



Python
从入门到精通

36小时视频讲解

明日科技 编著



循序渐进，实战讲述

基础知识 ➡ 核心技术 ➡ 高级应用 ➡ 项目实战

100 个精彩实例，7 大核心应用，1 个项目案例

趣味解读，易学易用

Python 核心知识点 + 趣味案例 + 项目案例 + 背记手册

视频 + 语音，尽享编程乐趣

235 集高清微视频，可看可听，随时随地扫码学

在线解答，高效学习

清华大学出版社

软件开发视频大讲堂

Python从入门到精通

明日科技　编著

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

《Python从入门到精通》从初学者角度出发，通过通俗易懂的语言、丰富多彩的实例，详细介绍了使用Python进行程序开发应该掌握的各方面技术。全书共分22章，包括初识Python、Python语言基础、运算符与表达式、流程控制语句、列表与元组、字典与集合、字符串、Python中使用正则表达式、函数、面向对象程序设计、模块、异常处理及程序调试、文件及目录操作、操作数据库、GUI界面编程、Pygame游戏编程、网络爬虫开发、使用进程和线程、网络编程、Web编程、Flask框架、e起去旅行网站等。所有知识都结合具体实例进行介绍，涉及的程序代码都给出了详细的注释，读者可轻松领会Python程序开发的精髓，快速提升开发技能。除此之外，本书还附配了235集高清教学微视频及PPT电子教案。

本书可作为软件开发入门者的学习用书，也可作为高等院校相关专业的教学参考用书，还可供开发人员查阅、参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

Python从入门到精通 / 明日科技编著. —北京：清华大学出版社，2018
（软件开发视频大讲堂）
ISBN 978-7-302-50388-0

Ⅰ.①P…　Ⅱ.①明…　Ⅲ.①软件工具-程序设计　Ⅳ.①TP311.561

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第122956号

责任编辑：贾小红
封面设计：刘　超
版式设计：楠竹文化
责任校对：赵丽杰
责任印制：

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦A座　　**邮　　编：**100084
社 总 机：010-62770175　　**邮　　购：**010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：
装 订 者：
经　　销：全国新华书店
开　　本：203mm×260mm　　**印　　张：**32.75　　**字　　数：**866千字
版　　次：2018年9月第1版　　**印　　次：**2018年9月第1次印刷
定　　价：79.80元

产品编号：078932-01

前　　言

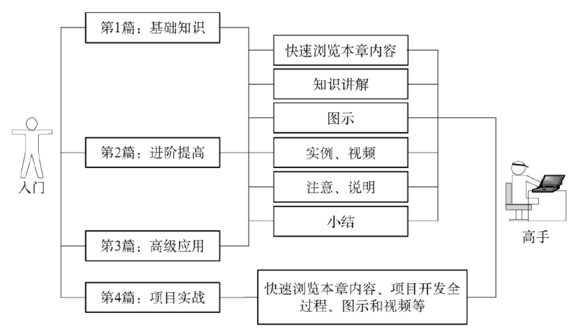
Preface

Python 人称“胶水”语言，能够把用其他语言制作的各种模块（尤其是 C/C++）很轻松地联结在一起。它是 1989 年由荷兰人 Guido van Rossum 发明的一种面向对象的解释型高级编程语言。由于 Python 语言简洁、易读，非常适合编程入门，现在很多学校都开设了这门课程，甚至有些小学也开设了 Python 课程。连小学生都能学会的语言，您还在等什么呢？快快加入 Python 开发者的阵营吧！

目前，关于 Python 的书籍有很多，但是真正适合初学者学习的书籍并不是很多，尤其是以 Python 3 为主体的书籍就更少了。本书从初学者的角度出发，循序渐进地讲解使用 Python 开发应用项目和游戏时应该掌握的各项技术。

本书内容

本书提供了从入门到编程高手所必备的各类知识，共分 4 篇，大体结构如下图所示。



第 1 篇：基础知识。本篇包括 Python 简介、搭建 Python 开发环境、Python 开发工具、Python 语法特点、Python 中的变量、基本数据类型、基本输入和输出、运算符与表达式、流程控制语句、列表与元组、字典与集合以及字符串等语言基础方面的知识。介绍时结合大量的图示、举例、视频，使读者能快速掌握 Python 语言，并为以后编程奠定坚实的基础。

第 2 篇：进阶提高。本篇包括 Python 中使用正则表达式、函数、面向对象程序设计、模块、异常处理及程序调试、文件及目录操作、操作数据库等内容。学习完本篇，读者可以掌握更深一层的 Python 开发技术。

第 3 篇：高级应用。本篇包括 GUI 界面编程、Pygame 游戏编程、网络爬虫开发、使用进程和线程、网络编程、Web 编程、Flask 框架等内容。学习完本篇，读者将能够开发 GUI 界面程序、简单的游戏、网络爬虫、网络及 Web 程序等。

第 4 篇：项目实战。本篇通过一个完整的 Web 项目——e 起去旅行网站，运用软件工程的设计思想，引导读者学习如何进行软件项目的实践开发。书中按照“系统功能设计→数据库设计→前台模块设计→后台模块设计”的流程进行介绍，带领读者亲身体验使用 Flask 框架开发 Web 项目的全过程。

本书特点

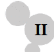
- ❑ **由浅入深，循序渐进。**本书以初、中级程序员为对象，先从 Python 语言基础学起，然后学习 Python 的进阶与提高技术，接下来再学习 Pyhton 的高级应用，最后学习开发一个完整的 Web 项目。讲解过程中步骤详尽，版式新颖，在操作的内容图片上以❶❷❸……编号+内容的方式进行标注，让读者在阅读中一目了然，从而快速把握书中内容。
- ❑ **语音视频，讲解详尽。**对于初学者来说，视频讲解是最好的导师，它能够引导初学者快速入门，使初学者感受到编程的快乐和成就感，进一步增强学习的信心。鉴于此，本书为大部分章节都配备了视频讲解，使用手机扫描正文小节标题一侧的二维码，即可在线学习程序开发的全过程。
- ❑ **实例典型，轻松易学。**通过实例学习是最好的学习方式，本书通过“一个知识点、一个例子、一个结果、一段评析、一个综合应用”的模式，透彻详尽地讲述了实际开发中所需的各类知识。另外，为了便于读者阅读程序代码，快速学习编程技能，书中几乎每行代码都提供了注释。
- ❑ **精彩栏目，贴心提醒。**本书根据需要在各章使用了很多“注意”“说明”“常见错误”等小栏目，读者可以在学习过程中轻松理解相关知识点及概念，快速掌握相应技术的应用技巧。

读者对象

- ☑ 初学编程的自学者
- ☑ 编程爱好者
- ☑ 大中专院校的老师和学生
- ☑ 相关培训机构的老师和学员
- ☑ 做毕业设计的学生
- ☑ 初、中级程序开发人员
- ☑ 程序测试及维护人员
- ☑ 参加实习的“菜鸟”程序员

读者服务

学习本书时，请先扫描封底的权限二维码（需要刮开涂层）获取学习权限，然后即可免费学习书中的所有线上线下资源。本书所附赠的学习资源包，读者可登录清华大学出版社网站（www.tup.com.cn），



在对应图书页面下获取其下载方式。也可扫描图书封底的“文泉云盘”二维码，获取其下载方式。

为了方便读者，本书提供了学习答疑网站（www.mingrisoft.com），有关本书的问题，读者均可在网站上留言，我们力求在 24 小时内回复（节假日除外）。

致读者

本书由明日科技 Python 程序开发团队组织编写，主要编写人员有王国辉、冯春龙、李磊、赛奎春、王小科、申小琦、辛洪郁、张鑫、杨丽、周佳星、赵宁、李菁菁、白宏健、贾景波、申野、庞凤、张云凯、梁英、张宝华、杨丽、杨柳、宋万勇、刘杰、隋妍妍、葛忠月、高春艳、朱艳红、宋禹蒙、岳彩龙、李春林等。在编写本书的过程中，我们以科学、严谨的态度，力求精益求精，但错误、疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。我们的服务邮箱是 mingrisoft@mingrisoft.com。读者在阅读本书时，如果发现错误或遇到问题，可以发送电子邮件及时与我们联系，我们会尽快给予答复。

感谢您购买本书，希望本书能成为您编程路上的领航者。

“零门槛”编程，一切皆有可能。祝读书快乐！

编　者

目　　录

Contents

第1篇　基础知识

第 2 篇　进阶提高

第 3 篇　高级应用

第 4 篇　项目实战



基础知识

本篇通过对走进 Python、Python 语言基础、运算符与表达式、流程控制语句、列表与元组、字典与集合、字符串等内容的介绍，并结合大量的图示、举例、视频等使您快速掌握 Python 语言，为以后编程奠定坚实的基础。

第 1 章

初识 Python

（视频讲解：68 分钟）

Python 是一种跨平台的、开源的、免费的、解释型的高级编程语言。近几年发展势头迅猛，在 2018 年 3 月的 TIOBE 编程语言排行榜中已经晋升到第 4 名，而在 IEEE Spectrum 发布的 2017 年度编程语言排行榜中，Python 位居第一。另外，Python 的应用领域非常广泛，如 Web 编程、图形处理、黑客编程、大数据处理、网络爬虫和科学计算等，Python 都可以实现。

作为 Python 开发的起步，本章将先对学习 Python 需要了解的一些基础内容进行简要介绍，然后重点介绍如何搭建 Python 开发环境，最后介绍常见的几种 Python 的开发工具。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是** Python **以及** Python **的版本和** Python **能做什么**
- **掌握如何搭建** Python **的开发环境**
- **掌握如何在命令行窗口中编写** Python **程序**
- **掌握通过** IDLE **编写** Python **程序**
- **掌握如何运行已经编写好的**.py **文件**
- **掌握** Python **自带的** IDLE **的基本使用方法**
- **了解** Python **常用的第三方开发工具**

1.1　Python 简介



1.1.1　什么是 Python

Python（发音[ˈpaɪθən]）本义是指“蟒蛇”（这里需要说明的是，Python 并不是以蟒蛇命名，而是以电视节目 Monty Python’s Flying Circus 来命名的），标志如图 1.1 所示。它是 1989 年由荷兰人 Guido van Rossum 发明的一种面向对象的解释型高级编程语言。它的设计哲学为优雅、明确、简单。实际上，Python 也是按照这个理念做的，以至于现在网络上流传着“人生苦短，我用 Python”的说法。可见 Python 有着简单、开发速度快、节省时间和精力等特点。



图 1.1　Python 的标志

Python 本身并非所有的特性和功能都集成到语言核心，而是被设计为可扩充的。它具有丰富和强大的库，能够把用其他语言（尤其是 C/C++）制作的各种模块很轻松地联结在一起。为此，Python 常被称为“胶水”语言。

在 1991 年 Python 的第一个公开发行版问世之后，Python 的发展并不突出。自从 2004 年以后，Python 的使用率呈线性增长。在 2010 年时，Python 赢得 TIOBE 2010 年度语言大奖。在 2017 年，IEEE Spectrum 发布的 2017 年度编程语言排行榜中，Python 位居第一，如图 1.2 所示。

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Python		100.0
2. C		99.7
3. Java		99.5
4. C++		97.1
5. C#		87.7
6. R		87.7
7. JavaScript		85.6
8. PHP		81.2
9. Go		75.1
10. Swift		73.7

图 1.2　IEEE Spectrum 发布的 2017 年度编程语言排行榜前 10 名

1.1.2　Python 的版本

Python 自发布以来，主要经历了 3 个版本的变化。分别是 1994 年发布的 Python 1.0 版本（已过时），2000 年发布的 Python 2.0 版本（现在已经更新到 2.7.x）和 2008 年发布的 3.0 版本（现在已经更新到 3.6.x）。

1. Python 2.x 和 3.x 的区别

Python 在版本升级时，并不是向下兼容的。在 Python 的官方网站中同时发布了两个不同系列的版本，分别是 Python 2.x 版本和 Python 3.x 版本，它们之间在基本语法上主要存在以下区别。

☑ 在 Python 2.x 中，print 语句被 Python 3.x 中的 print()函数所代替。

☑ 在 Python 3.x 中，整数之间的相除（采用除法运算符“/”实现），结果是浮点数，而在 Python 2.x 中结果是整数。

☑ Python 3.x 源码文件默认使用 UTF-8 编码，所以支持直接写入的中文，而 Python 2.x 默认编码是 ASCII，直接写入中文会被转换为 ANSI 编码。所以在 Python 2.x 中需要进行相应的转换。

☑ 在 Python 3.x 中将 range()与 xrange()函数整合为一个 range()函数，所以在 Python 3.x 中不存在 xrange()函数，而在 Python 2.x 中这两个函数是并存的。

说明

除了以上列出的几点主要区别，Python 3.x 和 Python 2.x 还有一些其他的区别，这里将不再列举，在后面的章节中涉及时再进行详细介绍。

2. 初学者应该选择哪个版本

目前，根据 Semaphore 社区的调查结果，使用 Python 2.x 的开发者占 63.7%，而使用 Python 3.x 的用户占 36.3%，由此可见，使用 Python 2.x 的还是占多数。并且 Python 的作者曾于 2014 年宣布 Python 2.7 支持时间延长到 2020 年。那么作为初学者应该选择什么版本呢？

答：笔者建议初学者应该选择 Python 3.x 版本。理由主要有以下几点。

☑ 使用 Python 3.x 毕竟是大势所趋

虽然目前使用 Python 2.x 的开发者居多，但是使用 Python 3.x 的开发者更愿意进行版本更新，并且使用 Python 3.x 版本的开发者正在迅速扩展，如图 1.3 所示。

☑ Python 3.x 较 Python 2.x 有很大改进

Python 3.x 对 Python 2.x 的标准库进行了一定程度的重新拆分和整合，使得它比 Python 2.x 更容易理解，特别是在字符编码方面。Python 2.x 中对于中文字符串支持不好，需要编写单独的代码对中文进行处理，否则不能正确显示中文。但是在 Python 3.x 中已经成功地解决了这一难题。

☑ Python 3.x 和 Python 2.x 思想基本是共通的

Python 3.x 和 Python 2.x 思想基本是共通的，只有少量的语法差别。学会了 Python 3.x，只要稍微花一点时间学习 Python 2.x 的语法，两种语言就都学会了。



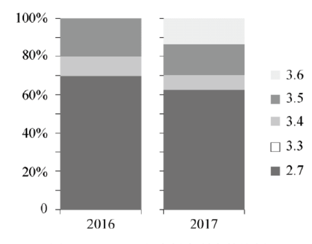


图 1.3　Python 主流版本所占的比例

说明

当然，选择 Python 3.x 也会有缺点，那就是很多扩展库的发行总是滞后于 Python 的发行版本，甚至目前还有很多库不支持 Python 3.x。因此，在选择 Python 时，一定要先考虑清楚自己的学习目的。例如，打算做哪方面的开发，需要用到哪些扩展库，以及扩展库支持的最高 Python 版本等。明确这些问题后，再做出选择。

1.1.3　Python 都能做什么

Python 作为一种功能强大，并且简单易学的编程语言而广受好评，那么 Python 都能做什么呢？概括起来有以下几个方面。

1. Web 开发

使用 Python 的一个基本应用就是进行 Web 开发。在国内，大一些的使用 Python 做基础设施的公司有豆瓣、知乎、美团、饿了么，以及搜狐等。在国外，Google 在其网络搜索系统中广泛应用了 Python，并且聘用了 Python 之父。另外，YouTube 视频分享服务大部分也是用 Python 编写的，如图 1.4 所示。



图 1.4　在 Web 开发方面应用 Python 的公司

2. 大数据处理

随着近几年大数据的兴起，Python 也得到了前所未有的爆发。Python 借助第三方的大数据处

理框架可以很容易地开发出大数据处理平台。到目前为止，Python 是金融分析、量化交易领域里使用最多的语言。例如，美国银行就利用 Python 语言开发出了新产品和基础设施接口，用于处理金融数据。

3. 人工智能

人工智能（Artificial Intelligence），英文缩写为 AI。Python 之所以这么火，主要是借助人工智能的发展。Python 是一门脚本语言，它更适合去做人工智能这个领域，在人工智能上使用 Python 比其他编程语言有更大的优势。主要的优势在于它简单、快速、可扩展（主要体现在可以应用多个优秀的人工智能框架）等。另外，Python 中的机器学习可以实现人工智能领域中的大多数需求。

4. 自动化运维开发

掌握一门开发语言已经成为高级运维工程师的必备技能。Python 是一个简单、易学的脚本语言，能满足绝大部分自动化运维的需求。而对于运维工程师，通常不会开发，所以想学门开发语言，Python 是首选。

5. 云计算

Python 可以广泛地在科学计算领域发挥独特的作用。通过强大的支持模块可以在计算大型数据、矢量分析、神经网络等方面高效率地完成工作，尤其是在教育科研方面，可以发挥出独特的优势。从 1997 年开始，NASA 就在大量使用 Python 进行各种复杂的科学运算。现在终于发明了一套云计算软件，取名为 OpenStack（开放协议栈），并且对外公开发布。

6. 爬虫

网络爬虫（也称为 spider）始于也发展于百度、谷歌。但随着近几年大数据的兴起，爬虫应用被提升到前所未有的高度。多数分析挖掘公司都以网络爬虫的方式得到不同来源的数据集合，最后为其所用，构建属于自己的大数据综合平台。在爬虫领域，Python 几乎是霸主地位，通过它提供的标准支持库基本上可以做到随意获取想要的数据。

7. 游戏开发

通过 Python 完全可以编写出非常棒的游戏程序。例如，知名的游戏 Sid Meier’s Civilization（文明）就是用 Python 编写的。另外，在网络游戏开发中 Python 也有很多应用。它作为游戏脚本内嵌在游戏中，这样做的好处是既可以利用游戏引擎的高性能，又可以受益于脚本化开发等优点。

说明

Python 的应用领域远比上面提到的多得多。例如，使用 Python 对图形/图像进行处理、编程控制机器人、数据库编程、编写可移植的维护操作系统的工具，以及进行自然语言分析等。



1.2　搭建 Python 开发环境

1.2.1　开发环境概述



所谓“工欲善其事，必先利其器”。在正式学习 Python 开发前，需要先搭建 Python 开发环境。由于 Python 是跨平台的，所以可以在多个操作系统上进行编程，并且编写好的程序可以在不同系统上运行。常用的操作系统及说明如表 1.1 所示。

表 1.1　进行 Python 开发常用的操作系统

操 作 系 统	说　　明
Windows	推荐使用 Windows 7 或以上版本。另外，Python 3.5 及以上版本不能在 Windows XP 系统上使用
Mac OS	从 Mac OS X 10.3（Panther）开始已经包含 Python
Linux	推荐 Ubuntu 版本



说明

在个人开发学习阶段推荐使用 Windows 操作系统。本书采用的就是 Windows 操作系统。

1.2.2　安装 Python



要进行 Python 开发，需要先安装 Python 解释器。因为 Python 是解释型编程语言，所以需要一个解释器，这样才能运行我们写的代码。这里说的安装 Python 实际上就是安装 Python 解释器。下面将以 Windows 操作系统为例介绍如何安装 Python。

1. 下载 Python 安装包

在 Python 的官方网站中，可以很方便地下载到 Python 的开发环境，具体下载步骤如下。

（1）打开浏览器（如 Google Chrome 浏览器），进入 Python 官方网站，地址是“https://www.python.org/”，如图 1.5 所示。

说明

如果选择 Windows 菜单项时，没有显示右侧的下载按钮，应该是页面没有加载完全，加载完成后就会显示了，请耐心等待。

（2）将鼠标移动到 Downloads 菜单上，将显示和下载有关的菜单项。如果使用的是 32 位的 Windows 操作系统，那么直接单击“Python 3.6.4”或者“Python 2.7.14”按钮下载 32 位的安装包，否则，单击 Windows 菜单项，进入详细的下载列表。由于笔者的计算机是 64 位 Windows 操作系统，所以直接单击



Windows 菜单项，进入如图 1.6 所示的下载列表。



图 1.5　Python 官方网站首页

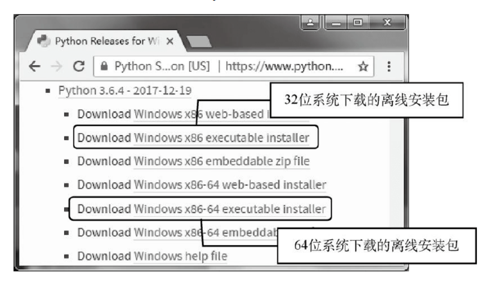
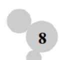


图 1.6　适合 Windows 系统的 Python 下载列表

说明

在如图 1.6 所示的列表中，只带 x86 的，表示是在 Windows 32 位系统上使用的；而带 x86-64 的，则表示是在 Windows 64 位系统上使用的。另外，标记为“web-based installer”的，表示需要通过联网完成安装；标记为“executable installer”的，表示通过可执行文件（*.exe）方式离线安装；标记为“embeddable zip file”的，表示嵌入式版本，可以集成到其他应用中。



（3）在 Python 下载列表页面中，将列出 Python 提供的各个版本的下载链接。读者可以根据需要下载。当前 Python 3.x 的最新稳定版本是 3.6.4，所以找到如图 1.6 所示的位置，单击“Windows x86-64 executable installer”超链接，下载适用于 Windows 64 位操作系统的离线安装包，如图 1.7 所示。

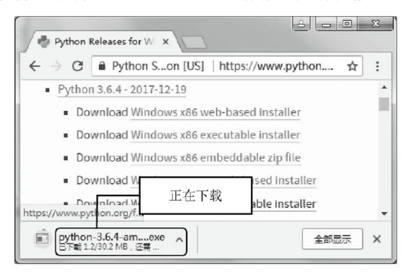


图 1.7　正在下载 Python

（4）下载完成后，浏览器会自动提示“此类型的文件可能会损害您的计算机。您仍然要保留 python-3.6.4-am….exe 吗？”，此时，单击“保留”按钮，保留该文件即可。

（5）下载完成后，将得到一个名称为“python-3.6.4-amd64.exe”的安装文件。

2. Windows 64 位系统上安装 Python

在 Windows 系统上安装 Python 3.x 的步骤如下。

（1）双击下载后得到的安装文件 python-3.6.4-amd64.exe，将显示安装向导对话框，选中 Add Python 3.6 to PATH 复选框，表示将自动配置环境变量，如图 1.8 所示。



图 1.8　Python 安装向导

（2）单击 Customize installation 按钮，进行自定义安装（自定义安装可以修改安装路径），这里采用默认设置，如图 1.9 所示。

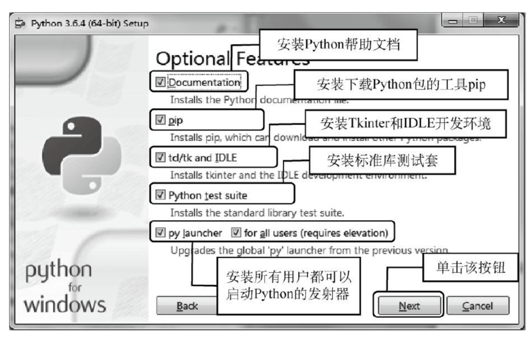


图 1.9　设置要安装选项对话框

（3）单击 Next 按钮，将打开高级选项对话框，在该对话框中，设置安装路径为 G:\Python\Python36，其他采用默认设置，如图 1.10 所示。

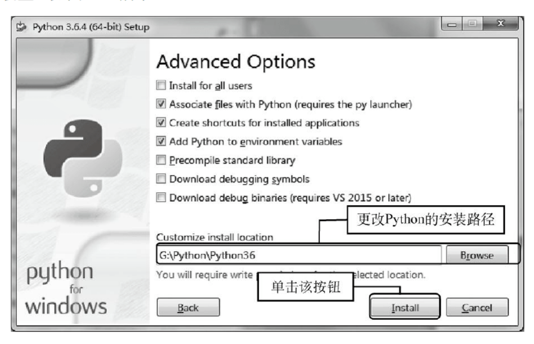


图 1.10　高级选项对话框

（4）单击 Install 按钮，将开始安装 Python，并且显示安装进度，安装完成后，将显示如图 1.11 所示的对话框。

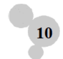




图 1.11 安装完成对话框

3. 测试 Python 是否安装成功

Python 安装成功后，需要检测 Python 是否真的安装成功。例如，在 Windows 7 系统中检测 Python 是否真的安装成功，可以单击 Windows 7 系统的“开始”菜单图标，在“搜索程序和文件”文本框中输入 cmd 命令，然后按 Enter 键，启动命令行窗口，再在当前的命令提示符后面输入 python，并且按 Enter 键，如果出现如图 1.12 所示的信息，则说明 Python 安装成功，同时也进入交互式 Python 解释器中。

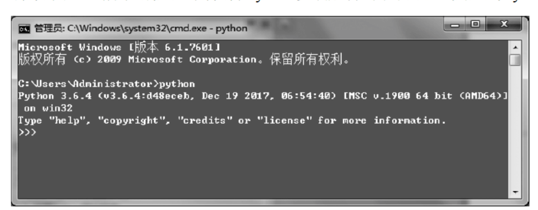


图 1.12 在命令行窗口中运行的 Python 解释器

说明

图 1.12 中的信息是笔者计算机中安装的 Python 的相关信息，其中包括 Python 的版本、该版本发行的时间、安装包的类型等信息。所以如果与此信息不完全相同也没关系，只要命令提示符变为>>>，就说明 Python 已经准备就绪，正在等待用户输入 Python 命令。这也表示 Python 安装成功了。

注意

如果输入 python 后，没有出现如图 1.12 所示的信息，而是显示“‘python’不是内部或外部命令，也不是可运行的程序或批处理文件。”，那么需要在环境变量中配置 Python。

1.2.3 第一个 Python 程序



作为程序开发人员，学习新语言的第一步就是输出“Hello World”。学习 Python 开发也不例外，我们也是从“Hello World”开始。在 Python 中，可以通过以下两种方法编写 Hello World 程序。

1. 在命令行窗口中启动的 Python 解释器中实现

【例 1.1】 在命令行窗口中启动的 Python 解释器中编写 Hello World 程序。（**实例位置：资源包\TM\sl\01\01**）

（1）单击 Windows 7 系统的“开始”菜单图标，在“搜索程序和文件”文本框中输入 cmd 命令，并按 Enter 键，启动命令行窗口，然后在当前的 Python 提示符后面输入 python，并且按 Enter 键，进入到 Python 解释器中。

（2）在当前的 Python 提示符>>>的右侧输入以下代码，并且按 Enter 键。

```
print("Hello World")
```

注意

在上面的代码中，一对小括号()和双引号""都需要在英文半角状态下输入，并且 print 全部为小写字母。因为 Python 的语法是区分字母大小写的。

运行结果如图 1.13 所示。



图 1.13　在命令行窗口中输出 Hello World



2. 在 Python 自带的 IDLE 中实现

通过实例 1.1 可以看出，在命令行窗口中的 Python 解释器中，编写 Python 代码时，代码颜色是纯色的，不方便阅读。实际上，在安装 Python 时，会自动安装一个开发工具 IDLE，通过它编写 Python 代码时，会用不同的颜色显示代码。这样代码将更容易阅读。下面将通过一个具体的实例演示如何打开 IDLE，并且编写 Hello World 程序。

【例 1.2】 在 IDLE 中输出 Hello World 程序。（**实例位置：资源包\TM\sl\01\02**）

（1）单击 Windows 7 系统的“开始”菜单图标，然后选择“所有程序”→Python 3.6→IDLE（Python 3.6 64-bit）菜单项，即可打开 IDLE 窗口，如图 1.14 所示。

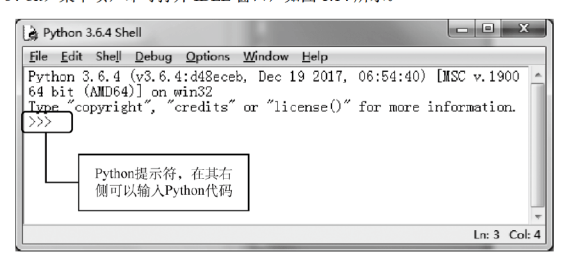


图 1.14　IDLE 窗口

（2）在当前的 Python 提示符>>>的右侧输入以下代码，并且按 Enter 键。

```
print("Hello World")
```

运行结果如图 1.15 所示。

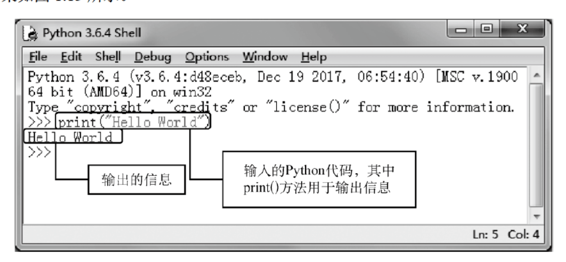


图 1.15　在 IDLE 中输出 Hello World

常见错误：如果在中文半角状态输入代码中的小括号()或者双引号""，那么将产生语法错误。例如，

在 IDLE 开发环境中输入并执行下面的代码：

```
print（“Hello World”）
```

将会出现如图 1.16 所示的错误提示。

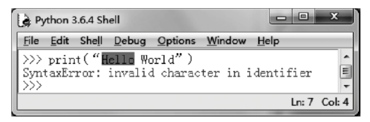


图 1.16　在中文状态下输入的小括号和双引号出现的错误

1.2.4　运行已经编写好的.py 文件



在 1.2.3 节中已经介绍了如何在 Python 交互模式中直接编写并运行 Python 代码。那么如果已经编写好一个.py 的 Python 文件，应该如何运行它呢？

要运行一个已经编写好的.py 文件，可以单击“开始”菜单图标，在“搜索程序和文件”文本框中输入 cmd 命令，并按 Enter 键，启动命令行窗口，然后输入以下格式的代码：

```
python 完整的文件名（包括路径）
```

例如，要运行 D:\demo.py 文件，可以使用下面的代码：

```
python D:\demo.py
```

运行结果如图 1.17 所示。



图 1.17　在 Python 交互模式下运行.py 文件



说明

在运行.py 文件时，如果文件名或者路径比较长，可先在命令行窗口中输入 python 加一个空格，然后直接把文件拖曳到空格的位置，这时文件的完整路径将显示在空格的右侧，再按 Enter 键运行即可。



1.3　Python 开发工具

通常情况下，为了提高开发效率，需要使用相应的开发工具。进行 Python 开发也可以使用开发工具。下面将详细介绍 Python 自带的 IDLE 和其他常用的第三方开发工具。

1.3.1　使用自带的 IDLE



在安装 Python 后，会自动安装一个 IDLE。它是一个 Python Shell（可以在打开的 IDLE 窗口的标题栏上看到），也就是一个通过输入文本与程序交互的途径，程序开发人员可以利用 Python Shell 与 Python 交互。下面将详细介绍如何使用 IDLE 开发 Python 程序。

1. 打开 IDLE 并编写代码

打开 IDLE 时，可以单击 Windows 7 系统的“开始”菜单图标，然后选择“所有程序”→Python 3.6→IDLE（Python 3.6 64-bit）菜单项，即可打开 IDLE 主窗口，如图 1.18 所示。



图 1.18　IDLE 主窗口

在 1.2.3 节我们已经应用 IDLE 输出了 Hello World，但是实际开发时，通常不能只包含一行代码，如果需要编写多行代码，可以单独创建一个文件保存这些代码，然后全部编写完毕后，一起执行。具体方法如下。

（1）在 IDLE 主窗口的菜单栏上，选择 File→New File 菜单项，将打开一个新窗口，在该窗口中，可以直接编写 Python 代码，并且输入一行代码后再按 Enter 键，将自动换到下一行，等待继续输入，如图 1.19 所示。

（2）在代码编辑区中，编写多行代码。例如，输出古诗《长歌行》，代码如下：

```
01    print("            "+"长歌行")
```

```
02    print("青青园中葵，朝露待日晞。")
03    print("阳春布德泽，万物生光辉。")
04    print("常恐秋节至，焜黄华叶衰。")
05    print("百川东到海，何时复西归。")
06    print("少壮不努力，老大徒伤悲。")
```

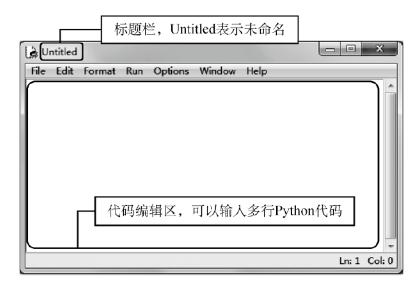


图 1.19　新创建的 Python 文件窗口

编写代码后的 Python 文件窗口如图 1.20 所示。



图 1.20　编写代码后的 Python 文件窗口

（3）按快捷键 Ctrl+S 保存文件，这里将其保存为 demo.py。其中的.py 是 Python 文件的扩展名。

（4）运行程序。在菜单栏中选择 Run→Run Module 菜单项，如图 1.21 所示。

运行程序后，在 Python Shell 窗口显示执行结果，如图 1.22 所示。



说明

运行结果程序时，也可以直接按快捷键 F5。



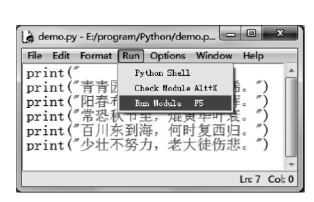


图 1.21　运行程序

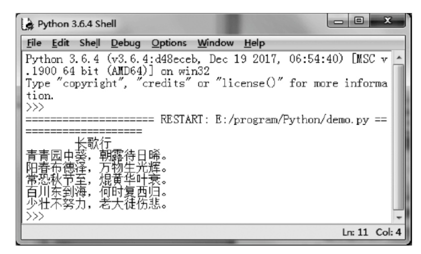


图 1.22　运行结果

2. IDLE 常用的快捷键

在程序开发过程中，合理地使用快捷键不但可以减少代码的错误率，而且可以提高开发效率。因此，掌握一些常用的快捷键是必需的。在 IDLE 中，可通过选择 Options→Configure IDLE 菜单项，在打开的 Settings 对话框的 Keys 选项卡中查看，但是该界面是英文的，不便于查看，所以笔者将一些常用的快捷键通过表 1.2 列出，方便大家查看。

表 1.2　IDLE 提供的常用快捷键

快　捷　键	说　　明	适　用　于
F1	打开 Python 帮助文档	Python 文件窗口和 Shell 窗口均可用
Alt+P	浏览历史命令（上一条）	仅 Python Shell 窗口可用
Alt+N	浏览历史命令（下一条）	仅 Python Shell 窗口可用
Alt+/	自动补全前面曾经出现过的单词，如果之前有多个单词具有相同前缀，可以连续按该快捷键，在多个单词中循环以选择	Python 文件窗口和 Shell 窗口均可用
Alt+3	注释代码块	仅 Python 文件窗口可用
Alt+4	取消代码块注释	仅 Python 文件窗口可用
Alt+g	转到某一行	仅 Python 文件窗口可用
Ctrl+Z	撤销一步操作	Python 文件窗口和 Shell 窗口均可用
Ctrl+Shift+Z	恢复上一次的撤销操作	Python 文件窗口和 Shell 窗口均可用
Ctrl+S	保存文件	Python 文件窗口和 Shell 窗口均可用
Ctrl+]	缩进代码块	仅 Python 文件窗口可用
Ctrl+[	取消代码块缩进	仅 Python 文件窗口可用
Ctrl+F6	重新启动 Python Shell	仅 Python Shell 窗口可用



说明

由于 IDLE 简单、方便，很适合练习，所以本书将以 IDLE 作为开发工具。

1.3.2 常用的第三方开发工具



除了 Python 自带的 IDLE 以外，还有很多能够进行 Python 编程的开发工具。下面将对几个常用的第三方开发工具进行简要介绍。

1. PyCharm

PyCharm 是由 JetBrains 公司开发的一款 Python 开发工具。在 Windows、Mac OS 和 Linux 操作系统下都可以使用。它具有语法高亮显示、Project（项目）管理代码跳转、智能提示、自动完成、调试、单元测试和版本控制等一般开发工具都具有的功能。另外，它还支持 Django（Python 的 Web 开发框架）框架下进行 Web 开发。PyCharm 的主窗口如图 1.23 所示。



图 1.23 PyCharm 的主窗口



说明

PyCharm 的官方网站为 http://www.jetbrains.com/pycharm/，在该网站中提供了两个版本的 PyCharm，一个是社区版（免费并且提供源程序），另一个是专业版（免费试用）。读者可以根据需要选择下载版本。



2. Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio 是 Microsoft（微软）公司开发的用于进行 C#和 ASP.NET 等应用的开发工具。其实，Visual Studio 也可以作为 Python 的开发工具，只需要在安装时选择安装 PTVS 插件即可。安装 PTVS 插件后的 Visual Studio 即可创建 Python 项目，从而进行 Python 应用开发。开发界面如图 1.24 所示。

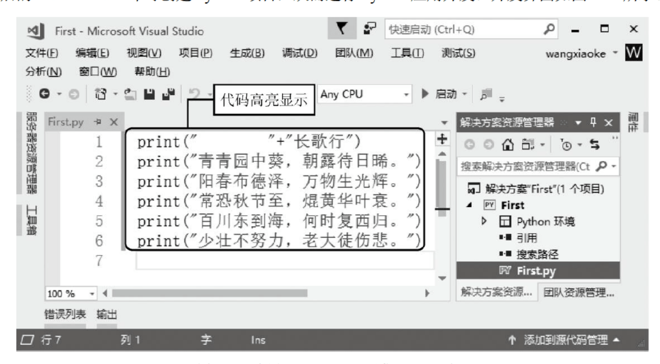


图 1.24　应用 Visual Studio 开发 Python 项目

说明

PTVS 插件是一个自由/开源插件，它支持编辑、浏览、智能感知、混合 Python/C++调试、性能分析、HPC 集群、Django（Python 的 Web 开发框架），以及适用于 Windows、Linux 和 Mac OS 的客户端的云计算。

3. Eclipse+PyDev

Eclipse 是一个开源的、基于 Java 的可扩展开发平台。最初主要用于 Java 语言的开发，不过通过安装不同的插件，可以进行不同语言的开发。其中，安装 PyDev 插件后，Eclipse 就可以进行 Python 应用开发。应用安装了 PyDev 插件的 Eclipse 进行 Python 开发的界面如图 1.25 所示。

说明

PyDev 是一款功能强大的 Eclipse 插件。它提供了语法高亮、语法分析、语法错误提示、大纲视图显示导入的类、库和函数、源代码内部的超链接、运行和调试等。安装 PyDev 插件后，用户完全可以利用 Eclipse 进行 Python 应用开发。

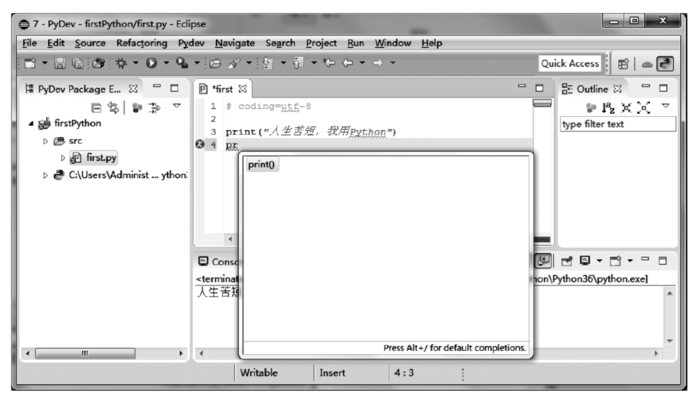


图 1.25　应用 Eclipse+PyDev 开发 Python

1.4　小　　结

本章首先对 Python 进行了简要的介绍，然后介绍了如何搭建 Python 的开发环境，接下来又介绍了使用两种方法编写第一个 Python 程序，最后介绍了如何使用 Python 自带的 IDLE，以及常用的第三方开发工具。其中如何搭建 Python 开发环境和使用自带的 IDLE 是本章的重点，在学习了本章的内容后，希望读者能够自己搭建好接下来的学习过程中所需的开发环境，并且能编写第一个 Python 程序，迈出 Python 开发的第一步。

第 2 章

Python 语言基础

（视频讲解：135 分钟）

熟练掌握一门编程语言，最好的方法就是充分了解、掌握基础知识，并亲自体验，多敲代码，熟能生巧。

从本章开始，我们将正式踏上 Python 开发之旅，体验 Python 带给我们的简单、快乐。本章将先对 Python 的语法特点进行详细介绍，然后再介绍 Python 中的保留字、标识符、变量、基本数据类型，以及数据类型间的转换，最后介绍如何通过输入和输出函数进行交互。

通过阅读本章，您可以：

- **了解 Python 的语法特点**
- **了解 Python 中都有哪些保留字**
- **了解 Python 中标识符的命名规则**
- **掌握如何定义变量**
- **掌握 Python 中的基本数据类型**
- **掌握如何进行数据类型转换**
- **掌握如何使用 input()函数输入内容**
- **掌握如何使用 print()函数输出内容**

2.1 Python 语法特点

学习 Python 需要了解它的语法特点，如注释规则、代码缩进、编码规范等。下面将对学习 Python 时首先需要了解的这些语法特点进行详细介绍。

2.1.1 注释规则



注释类似于语文课本中古诗里的注释，如图 2.1 所示。也就是在代码中添加的标注性的文字，从而帮助程序员更好地阅读代码。注释的内容将被 Python 解释器忽略，并不会在执行结果中体现出来。

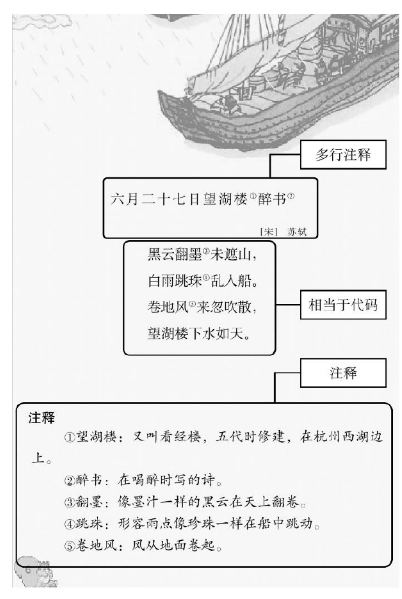


图 2.1 古诗里的注释

在 Python 中，通常包括 3 种类型的注释，分别是单行注释、多行注释和中文注释。这些注释在 IDLE 中的效果如图 2.2 所示。

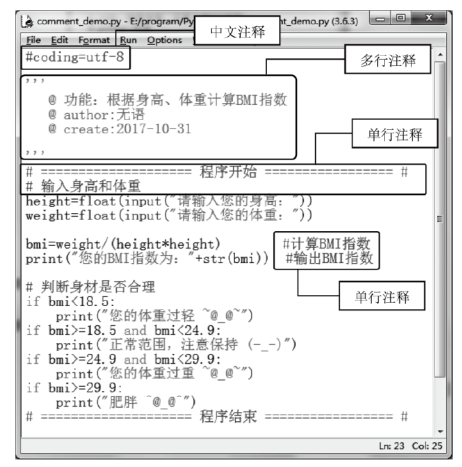


图 2.2　Python 中的注释

1. 单行注释

在 Python 中，使用“#”作为单行注释的符号。从符号“#”开始直到换行为止，其后面所有的内容都作为注释的内容而被 Python 编译器忽略。

语法如下：

```
# 注释内容
```

单行注释可以放在要注释代码的前一行，也可以放在要注释代码的右侧。例如，下面的两种注释形式都是正确的。

第一种形式：

```
01  # 要求输入身高，单位为 m（米），如 1.70
02  height=float(input("请输入您的身高："))
```

第二种形式：

```
height=float(input("请输入您的身高："))          # 要求输入身高，单位为 m（米），如 1.70
```

上面两种形式的运行结果都是如图 2.3 所示的效果。

```
请输入您的身高：1.70
>>>
```

图 2.3　运行结果

说明

在添加注释时，一定要有意义，即注释能充分体现代码的作用。例如，如图 2.4 所示的注释就是冗余的注释。如果将其注释修改为如图 2.5 所示的注释，就能很清楚地知道代码的作用了。

```
bmi=weight/(height*height)        #Magic，请勿改动
```

图 2.4　冗余的注释

```
bmi=weight/(height*height)        # 用于计算BMI指数，公式为“体重/身高的平方”
```

图 2.5　推荐的注释

注意

注释可以出现在代码的任意位置，但是不能分隔关键字和标识符。例如，下面的代码注释是错误的：

```
height=float(#要求输入身高  input("请输入您的身高："))
```

说明

在 IDLE 开发环境中，可以通过选择主菜单中的 Format→Comment Out Region 菜单项（也可直接使用快捷键 Alt+3），将选中的代码注释掉，也可通过选择主菜单中的 Format→UnComment Region 菜单项（也可直接使用快捷键 Alt+4），取消添加的单行注释。

2. 多行注释

在 Python 中，并没有一个单独的多行注释标记，而是将包含在一对三引号（'''……'''）或者（"""……"""）之间，并且不属于任何语句的内容认为是注释。对于这样的代码，解释器将忽略。由于这样的代码可以分为多行编写，所以也作为多行注释。

语法格式如下：

```
'''
    注释内容 1
    注释内容 2
    ……
'''
```



或者

```
"""
    注释内容 1
    注释内容 2
    ……
"""
```

多行注释通常用来为 Python 文件、模块、类或者函数等添加版权、功能等信息。例如，下面代码将使用多行注释为 demo.py 文件添加版权、功能及修改日志等信息。

```
01  '''
02   @ 版权所有：吉林省明日科技有限公司©版权所有
03   @ 文件名：demo.py
04   @ 文件功能描述：根据身高、体重计算 BMI 指数
05   @ 创建日期：2017 年 10 月 31 日
06   @ 创建人：无语
07   @ 修改标识：2017 年 11 月 2 日
08   @ 修改描述：增加根据 BMI 指数判断身材是否合理功能代码
09   @ 修改日期：2017 年 11 月 2 日
10  '''
```

注意

在 Python 中，三引号（'''……'''）或者（"""……"""）是字符串定界符。所以，如果三引号作为语句的一部分出现，那么就不是注释，而是字符串，这一点要注意区分。例如，如图 2.6 所示的代码即为多行注释，而如图 2.7 所示的代码即为字符串。

```
'''
    @ 功能：根据身高、体重计算BMI指数
    @ author:无语
    @ create:2017-10-31
'''
```

图 2.6　三引号为多行注释

```
print('''根据身高、体重计算BMI指数''')
```

图 2.7　三引号为字符串

3. 中文注释

在 Python 中，还提供了一种特殊的中文注释。该注释的出现主要是为了解决 Python 2.x 中不支持直接写中文的问题。虽然在 Python 3.x 中，该问题已经不存在了。但是为了规范页面的编码，也为了方便其他人及时了解文件所用的编码，建议在文件开始加上中文注释。

语法格式如下：

```
# -*- coding:编码 -*-
```

或者

```
#coding=编码
```

在上面的语法中，编码为文件所使用的字符编码类型，如果采用 UTF-8 编码，则设置为 utf-8；如果采用 GBK，则设置为 gbk 或 cp936。

例如，指定编码为 UTF-8，可以使用下面的中文注释。

```
# -*- coding:utf-8 -*-
```



说明

在上面的代码中，“-*-”没有特殊的作用，只是为了美观才加上的。所以上面的代码也可以使用“# coding:utf-8”代替。

另外，下面的代码也是正确的中文注释。

```
#coding=utf-8
```

2.1.2　代码缩进



Python 不像其他程序设计语言（如 Java 或者 C 语言）采用大括号“{ }”分隔代码块，而是采用代码缩进和冒号“:”区分代码之间的层次。

说明

缩进可以使用空格或者 Tab 键实现。其中，使用空格时，通常情况下采用 4 个空格作为一个缩进量，而使用 Tab 键时，则采用一个 Tab 键作为一个缩进量。通常情况下建议采用空格进行缩进。

在 Python 中，对于类定义、函数定义、流程控制语句，以及异常处理语句等，行尾的冒号和下一行的缩进表示一个代码块的开始，而缩进结束，则表示一个代码块的结束。

例如，下面的代码中的缩进即为正确的缩进。

```
01  height=float(input("请输入您的身高："))          # 输入身高
02  weight=float(input("请输入您的体重："))          # 输入体重
03  bmi=weight/(height*height)                        # 计算 BMI 指数
04
05  # 判断身材是否合理
06  if bmi<18.5:
07      print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))           # 输出 BMI 指数
08      print("体重过轻 ~@_@~")
09  if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
10      print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))           # 输出 BMI 指数
11      print("正常范围，注意保持 (-_-)")
12  if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
```

```
13        print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))        # 输出 BMI 指数
14        print("体重过重 ~@_@~")
15    if bmi>=29.9:
16        print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))        # 输出 BMI 指数
17        print("肥胖 ^@_@^")
```

Python 对代码的缩进要求非常严格，同一个级别的代码块的缩进量必须相同。如果不采用合理的代码缩进，将抛出 SyntaxError 异常。例如，代码中有的缩进量是 4 个空格，还有的是 3 个空格，就会出现 SyntaxError 错误，如图 2.8 所示。



图 2.8　缩进量不同导致的 SyntaxError 错误

在 IDLE 开发环境中，一般以 4 个空格作为基本缩进单位。不过也可以选择 Options→Configure IDLE 菜单项，在打开的 Settings 对话框（如图 2.9 所示）的 Fonts/Tabs 选项卡中修改基本缩进量。



图 2.9　修改基本缩进量

2.1.3 编码规范



下面给出两段实现同样功能的代码，如图 2.10 所示。

```
'''
@ 功能：根据身高、体重计算BMI指数
@ author:无语
@ create:2017-10-31
'''
# 输入身高和体重
height=float(input("请输入您的身高："))
weight = float(input("请输入您的体重："))
bmi= weight/(height * height)# 计算BMI指数
print("您的BMI指数为：" + str(bmi))  #输出BMI指数
# 判断身材是否合理
if bmi < 18.5:print("体重过轻 ~@_@~")
if bmi >= 18.5 and bmi < 24.9:
    print("正常范围，注意保持 (-_-)")
if bmi >= 24.9 and bmi < 29.9:print("体重过重 ~@_@~")
if bmi >= 29.9 :
    print("肥胖 ^@_@^")
```

```
'''
   @ 功能：根据身高、体重计算BMI指数
   @ author:无语
   @ create:2017-10-31
'''
# 输入身高和体重
height = float(input("请输入您的身高："))
weight = float(input("请输入您的体重："))
bmi = weight/(height * height)        # 计算BMI指数
print("您的BMI指数为：" + str(bmi))    # 输出BMI指数

# 判断身材是否合理
if bmi < 18.5:
    print("体重过轻 ~@_@~")
if bmi >= 18.5 and bmi < 24.9:
    print("正常范围，注意保持 (-_-)")
if bmi >= 24.9 and bmi < 29.9:
    print("体重过重 ~@_@~")
if bmi >= 29.9 :
    print("肥胖 ^@_@^")
```

图 2.10　两段功能相同的 Python 代码

大家在学习时，愿意看到图 2.10 中的左侧代码还是右侧代码？答案应该是一致的，大家肯定都喜欢阅读图 2.10 中右侧的代码，因为它看上去更加规整，这是一种最基本的代码编写规范。遵循一定的代码编写规则和命名规范可以使代码更加规范化，对代码的理解与维护起到至关重要的作用。

本节将对 Python 代码的编写规则以及命名规范进行介绍。

1. 编写规则

Python 中采用 PEP 8 作为编码规范，其中 PEP 是 Python Enhancement Proposal 的缩写，翻译过来是 Python 增强建议书，而 PEP 8 表示版本，它是 Python 代码的样式指南。下面给出 PEP 8 编码规范中的一些应该严格遵守的条目。

☑ 每个 import 语句只导入一个模块，尽量避免一次导入多个模块。如图 2.11 所示为推荐写法，而如图 2.12 所示为不推荐写法。

```
import os
import sys
```

图 2.11　推荐写法

```
import os, sys
```

图 2.12　不推荐写法

☑ 不要在行尾添加分号“;”，也不要用分号将两条命令放在同一行。例如，如图 2.13 所示的代码为不规范的写法。

```
height = float(input("请输入您的身高："));
weight = float(input("请输入您的体重："));
```

图 2.13　不规范写法



☑ 建议每行不超过 80 个字符，如果超过，建议使用小括号“()”将多行内容隐式地连接起来，而不推荐使用反斜杠“\”进行连接。例如，如果一个字符串文本在一行上显示不下，那么可以使用小括号“()”将其分行显示，代码如下：

```
01  print("我一直认为我是一只蜗牛。我一直在爬，也许还没有爬到金字塔的顶端。"
02        "但是只要你在爬，就足以给自己留下令生命感动的日子。")
```

例如，以下通过反斜杠“\”进行连接的做法是不推荐使用的。

```
01  print("我一直认为我是一只蜗牛。我一直在爬，也许还没有爬到金字塔的顶端。\
02  但是只要你在爬，就足以给自己留下令生命感动的日子。")
```

不过以下两种情况除外：导入模块的语句过长；注释里的 URL。

☑ 使用必要的空行可以增加代码的可读性。一般在顶级定义（如函数或者类的定义）之间空两行，而方法定义之间空一行。另外，在用于分隔某些功能的位置也可以空一行。

☑ 通常情况，运算符两侧、函数参数之间、逗号“,”两侧建议使用空格进行分隔。

☑ 应该避免在循环中使用+和+=操作符累加字符串。这是因为字符串是不可变的，这样做会创建不必要的临时对象。推荐的做法是将每个子字符串加入列表，然后在循环结束后使用 join()方法连接列表。

☑ 适当使用异常处理结构提高程序容错性，但不能过多依赖异常处理结构，适当的显式判断还是必要的。


说明

在编写 Python 程序时，建议严格遵循 PEP 8 编码规范。完整的 Python 编码规范请参考 PEP 8。

2. 命名规范

命名规范在编写代码中起到很重要的作用，虽然不遵循命名规范，程序也可以运行，但是使用命名规范可以更加直观地了解代码所代表的含义。下面将介绍 Python 中常用的一些命名规范。

☑ 模块名尽量短小，并且使用全部小写字母，可以使用下划线分隔多个字母。例如，game_main、game_register、bmiexponent 都是推荐使用的模块名称。

☑ 包名尽量短小，并且使用全部小写字母，不推荐使用下划线。例如，com.mingrisoft、com.mr、com.mr.book 都是推荐使用的包名称，而 com_mingrisoft 就是不推荐的。

☑ 类名采用单词首字母大写形式（即 Pascal 风格）。例如，定义一个借书类，可以命名为 BorrowBook。


说明

Pascal 是以纪念法国数学家 Blaise Pascal 而命名的一种编程语言，Python 中的 Pascal 命名法就是根据该语言的特点总结出来的一种命名方法。

☑ 模块内部的类采用下划线“_”+Pascal 风格的类名组成。例如，在 BorrowBook 类中的内部类，可以使用_BorrowBook 命名。
☑ 函数、类的属性和方法的命名规则同模块类似，也是全部采用小写字母，多个字母间用下划线“_”分隔。
☑ 常量命名时采用全部大写字母，可以使用下划线。
☑ 使用单下划线“_”开头的模块变量或者函数是受保护的，在使用 import * from 语句从模块中导入时这些变量或者函数不能被导入。
☑ 使用双下划线“__”开头的实例变量或方法是类私有的。

2.2 Python 中的变量

2.2.1 保留字与标识符



在学习变量之前，先了解一下什么是保留字和标识符。

1. 保留字

保留字是 Python 语言中已经被赋予特定意义的一些单词，开发程序时，不可以把这些保留字作为变量、函数、类、模块和其他对象的名称来使用。在表 2.1 中看到的 if 和 and 就是保留字。Python 语言中的保留字如表 2.1 所示。

表 2.1 Python 中的保留字

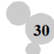
and	as	assert	break	class	continue
def	del	elif	else	except	finally
for	from	False	global	if	import
in	is	lambda	nonlocal	not	None
or	pass	raise	return	try	True
while	with	yield			

注意

Python 中所有保留字是区分字母大小写的。例如，if 是保留字，但是 IF 就不属于保留字，如图 2.14 所示。

Python 中的保留字可以通过在 IDLE 中输入以下两行代码查看。

```
01  import keyword
02  keyword.kwlist
```



```
>>> true="真"
>>> True="真"
SyntaxError: can't assign to keyword
>>>
```

```
>>> if = "守得云开见月明"
SyntaxError: invalid syntax
>>> IF = "守得云开见月明"
>>>
```

图 2.14　Python 中的保留字区分字母大小写

执行结果如图 2.15 所示。

```
>>> import keyword
>>> keyword.kwlist
['False', 'None', 'True', 'and', 'as', 'assert', 'break', 'class', 'continue', '
def', 'del', 'elif', 'else', 'except', 'finally', 'for', 'from', 'global', 'if',
'import', 'in', 'is', 'lambda', 'nonlocal', 'not', 'or', 'pass', 'raise', 'retu
rn', 'try', 'while', 'with', 'yield']
>>>
```

图 2.15　查看 Python 中的保留字

常见错误：如果在开发程序时，使用 Python 中的保留字作为模块、类、函数或者变量等的名称，如下面代码为使用 Python 保留字 if 作为变量的名称：

```
01  if = "坚持下去不是因为我很坚强，而是因为我别无选择"
02  print(if)
```

运行时则会出现如图 2.16 所示的错误提示信息。

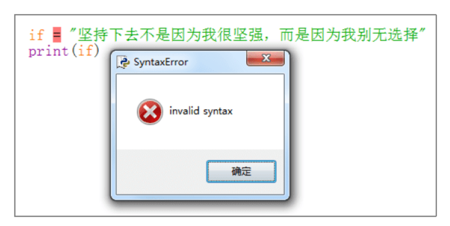


图 2.16　使用 Python 保留字作为变量名时的错误信息

2. 标识符

标识符可以简单地理解为一个名字，比如每个人都有自己的名字，它主要用来标识变量、函数、类、模块和其他对象的名称。

Python 语言标识符命名规则如下：

（1）由字母、下划线“_”和数字组成，并且第一个字符不能是数字。目前 Python 中只允许使用 ISO-Latin 字符集中的字符 A~Z 和 a~z。

（2）不能使用 Python 中的保留字。

例如，下面是合法的标识符：

```
USERID
name
model2
user_age
```

下面是非法标识符：

```
4word                    # 以数字开头
try                      # Python 中的保留字
$money                   # 不能使用特殊字符$
```

注意

Python 的标识符中不能包含空格、@、%和$等特殊字符。

（3）区分字母大小写。在 Python 中，标识符中的字母是严格区分大小写的，两个同样的单词，如果大小写格式不一样，所代表的意义是完全不同的。例如，下面 3 个变量是完全独立、毫无关系的，就像 3 个长得比较像的人，彼此之间都是独立的个体。

```
01    number = 0            # 全部小写
02    Number = 1            # 部分大写
03    NUMBER = 2            # 全部大写
```

（4）Python 中以下划线开头的标识符有特殊意义，一般应避免使用相似的标识符。

☑ 以单下划线开头的标识符（如_width）表示不能直接访问的类属性，另外，也不能通过 from xxx import *导入；

☑ 以双下划线开头的标识符（如__add）表示类的私有成员；

☑ 以双下划线开头和结尾的是 Python 里专用的标识，例如，__init__()表示构造函数。

说明

在 Python 语言中允许使用汉字作为标识符，如“我的名字="明日科技"”，在程序运行时并不会出现错误（如图 2.17 所示），但建议读者尽量不要使用汉字作为标识符。

```
>>> 我的名字="明日科技"
>>> print(我的名字)
明日科技
>>>
```

图 2.17　使用汉字作为标识符

2.2.2　理解 Python 中的变量



在 Python 中，严格意义上变量应该称为“名字”，也可以理解为标签。当把一个值赋给一个名字（如把值“学会 Python 还可以飞”赋给 python）时，python 就称为变量。在大多数编程语言中，都把这称为“把值存储在变量中”。意思是在计算机内存中的某个位置，字符串序列“学会 Python 还可以飞”已经存在。你不需要准确地知道它们到底在哪里。只需要告诉 Python 这个字符串序列的名字是 python，然后就可以通过这个名字来引用这个字符串序列了。这个过程就像上门取快递一样，内存就像一个巨大的货物架，在 Python 中使用变量就像是给快递盒子加标签，如图 2.18 所示。



图 2.18　货物架中贴着标签的快递

你的快递存放在货物架上，上面附着写有你名字的标签。当你来取快递时，并不需要知道它们存放在这个大型货架的具体哪个位置。只需要提供你的名字，快递员就会把你的快递交还给你。实际上，你的快递可能并不在原先所放的位置。不过快递员会为你记录快递的位置。要取回你的快递，只需要提供你的名字。变量也一样，你不需要准确地知道信息存储在内存中的哪个位置，只需要记住存储变量时所用的名字，再使用这个名字就可以了。

2.2.3 定义变量

在 Python 中，不需要先声明变量名及其类型，直接赋值即可创建各种类型的变量。需要注意的是，对于变量的命名并不是任意的，应遵循以下几条规则。

☑ 变量名必须是一个有效的标识符；
☑ 变量名不能使用 Python 中的保留字；
☑ 慎用小写字母 l 和大写字母 O；
☑ 应选择有意义的单词作为变量名。

为变量赋值可以通过等号“=”来实现。语法格式为：

```
变量名 = value;
```

例如，创建一个整型变量，并为其赋值为 1024，可以使用下面的语句。

```
number = 1024          # 创建变量 number 并赋值为 1024，该变量为数值型
```

这样创建的变量就是数值型的变量。如果直接为变量赋值一个字符串值，那么该变量即为字符串类型，如下面的语句。

```
nickname = "碧海苍梧"      # 字符串类型的变量
```

另外，Python 是一种动态类型的语言，也就是说，变量的类型可以随时变化。例如，在 IDLE 中，创建变量 nickname，并赋值为字符串“碧海苍梧”，然后输出该变量的类型，可以看到该变量为字符串类型，再为变量赋值为数值 1024，并输出该变量的类型，可以看到该变量为整型。执行过程如下：

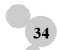
```
01    >>> nickname = "碧海苍梧"          # 字符串类型的变量
02    >>> print(type(nickname))
03    <class 'str'>
04    >>> nickname = 1024               # 整型的变量
05    >>> print(type(nickname))
06    <class 'int'>
```


说明

在 Python 语言中，使用内置函数 type()可以返回变量类型。

在 Python 中，允许多个变量指向同一个值。将两个变量都赋值为数字 2048，再分别应用内置函数 id()获取变量的内存地址，将得到相同的结果。执行过程如下所示。

```
01    >>> no = number = 2048
02    >>> id(no)
03    50766992
04    >>> id(number)
05    50766992
```





说明

在 Python 语言中，使用内置函数 id()可以返回变量所指的内存地址。

注意

常量就是程序运行过程中，值不能改变的量，比如现实生活中的居民身份证号码、数学运算中的 π 值等，这些都是不会发生改变的，它们都可以定义为常量。在 Python 中，并没有提供定义常量的保留字。不过在 PEP 8 规范中定义了常量的命名规范为大写字母和下划线组成，但是在实际项目中，常量首次赋值后，还是可以被其他代码修改。

2.3　基本数据类型

在内存存储的数据可以有多种类型。例如，一个人的姓名可以用字符型存储，年龄可以使用数值型存储，而婚否可以使用布尔类型存储。这些都是 Python 中提供的基本数据类型。下面将对这些基本数据类型进行详细介绍。

2.3.1　数字



在程序开发时，经常使用数字记录游戏的得分、网站的销售数据和网站的访问量等信息。在 Python 中，提供了数字类型用于保存这些数值，并且它们是不可改变的数据类型。如果修改数字类型变量的值，那么会先把该值存放到内容中，然后修改变量让其指向新的内存地址。

在 Python 中，数字类型主要包括整数、浮点数和复数。下面分别介绍。

1. 整数

整数用来表示整数数值，即没有小数部分的数值。在 Python 中，整数包括正整数、负整数和 0，并且它的位数是任意的（当超过计算机自身的计算功能时，会自动转用高精度计算），如果要指定一个非常大的整数，只需要写出其所有位数即可。

整数类型包括十进制整数、八进制整数、十六进制整数和二进制整数。下面分别进行介绍。

（1）十进制整数。十进制整数的表现形式大家都很熟悉。例如，下面的数值都是有效的十进制整数。

```
31415926535897932384626
666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666666
6666666666666666666666666666666666666
```

```
-2017
0
```

在 IDLE 中执行的结果如图 2.19 所示。

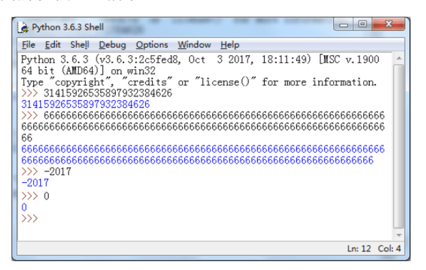


图 2.19　有效的整数

说明

在 Python 2.x 中，如果输入的数比较大时，Python 会自动在其后面加上字母 L（也可能是小写字母 l）。例如，在 Python 2.7.14 中输入 31415926535897932384626 后的结果如图 2.20 所示。

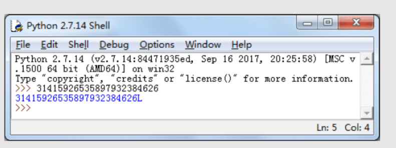


图 2.20　在 Python 2.x 中输入比较大的数时的效果

注意

不能以 0 作为十进制数的开头（0 除外）。

（2）八进制整数。由 0~7 组成，进位规则是“逢八进一”，并且以 0o 开头的数，如 0o123（转换成十进制数为 83）、-0o123（转换成十进制数为-83）。

注意

在 Python 3.x 中，对于八进制数，必须以 0o/0O 开头。这与 Python 2.x 不同，在 Python 2.x 中，八进制数可以以 0 开头。



（3）十六进制整数。由 0~9，A~F 组成，进位规则是“逢十六进一”，并且以 0x/0X 开头的数，如 0x25（转换成十进制数为 37）、0Xb01e（转换成十进制数为 45086）。

注意

十六进制必须以 0X 或 0x 开头。

（4）二进制整数。只有 0 和 1 两个基数，进位规则是“逢二进一”。如 101（转换为十制数为 5）、1010（转换为十进制为 10）。

2. 浮点数

浮点数由整数部分和小数部分组成，主要用于处理包括小数的数，如 1.414、0.5、−1.732、3.14159265358979323846 26 等。浮点数也可以使用科学记数法表示，如 2.7e2、−3.14e5 和 6.16e−2 等。

注意

在使用浮点数进行计算时，可能会出现小数位数不确定的情况。例如，计算 0.1+0.1 时，将得到想要的 0.2，而计算 0.1+0.2 时，将得到 0.30000000000000004（想要的结果为 0.3），执行过程如下所示。

```
01    >>> 0.1+0.1
02    0.2
03    >>> 0.1+0.2
04    0.30000000000000004
```

对于这种情况，所有语言都存在这个问题，暂时忽略多余的小数位数即可。

【例 2.1】 根据身高、体重计算 BMI 指数。（**实例位置：资源包\TM\sl\02\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 bmiexponent.py 的文件，然后在该文件中定义两个变量，一个用于记录身高（单位为米），另一个用于记录体重（单位为千克），根据公式：BMI=体重/（身高×身高）计算 BMI 指数，代码如下：

```
01    height = 1.70                                   # 保存身高的变量，单位：米
02    print("您的身高：" + str(height))
03    weight = 48.5                                   # 保存体重的变量，单位：千克
04    print("您的体重：" + str(weight))
05    bmi=weight/(height*height)                      # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
06    print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))               # 输出 BMI 指数
07    # 判断身材是否合理
08    if bmi<18.5:
09        print("您的体重过轻 ~@_@~")
10    if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
11        print("正常范围，注意保持 (-_-)")
12    if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
13        print("您的体重过重 ~@_@~")
14    if bmi>=29.9:
15        print("肥胖 ^@_@^")
```

说明

在上面的代码中，str()函数用于将数值转换为字符串；if 语句用于进行条件判断。

运行结果如图 2.21 所示。

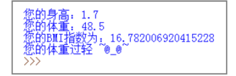


图 2.21　根据身高、体重计算 BMI 指数

3. 复数

Python 中的复数与数学中的复数的形式完全一致，都是由实部和虚部组成，并且使用 j 或 J 表示虚部。当表示一个复数时，可以将其实部和虚部相加，例如，一个复数，实部为 3.14，虚部为 12.5j，则这个复数为 3.14+12.5j。

2.3.2　字符串



字符串就是连续的字符序列，可以是计算机所能表示的一切字符的集合。在 Python 中，字符串属于不可变序列，通常使用单引号“''”、双引号“" "”或者三引号“''' '''”或“""" """”括起来。这三种引号形式在语义上没有差别，只是在形式上有些差别。其中单引号和双引号中的字符序列必须在一行上，而三引号内的字符序列可以分布在连续的多行上。例如，定义 3 个字符串类型变量，并且应用 print()函数输出，代码如下：

```
01  title = '我喜欢的名言警句'                                  # 使用单引号，字符串内容必须在一行
02  mot_cn = "命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。"          # 使用双引号，字符串内容必须在一行
03  # 使用三引号，字符串内容可以分布在多行
04  mot_en = '''Our destiny offers not the cup of despair,
05  but the chance of opportunity.'''
06  print(title)
07  print(mot_cn)
08  print(mot_en)
```

执行结果如图 2.22 所示。

```
我喜欢的名言警句
命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。
Our destiny offers not the cup of despair,
but the chance of opportunity.
>>>
```

图 2.22　使用 3 种形式定义字符串

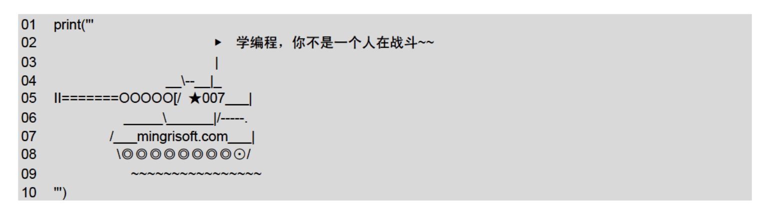
注意

字符串开始和结尾使用的引号形式必须一致。另外，当需要表示复杂的字符串时，还可以进行引号的嵌套。例如，下面的字符串也都是合法的。

```
'在 Python 中也可以使用双引号（""）定义字符串'
"'(··)nnn'也是字符串"
"""'___' "_"***"""
```

【例 2.2】 输出字符画——坦克。（**实例位置：资源包\TM\sl\02\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 ascii_art.py 的文件，然后在该文件中输出一个表示字符画的字符串，由于该字符画有多行，所以需要使用三引号作为字符串的定界符。关键代码如下：



```
01  print('''
02                                ▶ 学编程，你不是一个人在战斗~~
03                                |
04                         __\--__|_
05  II=======OOOOO[/ ★007___|
06            _____\______|/-----.
07          /___mingrisoft.com___|
08           \◎◎◎◎◎◎◎◎⊙/
09              ~~~~~~~~~~~~~~~~
10  ''')
```

运行结果如图 2.23 所示。

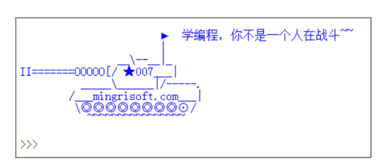


图 2.23　输出字符画

Python 中的字符串还支持转义字符。所谓转义字符，是指使用反斜杠“\”对一些特殊字符进行转义。常用的转义字符如表 2.2 所示。

表 2.2　常用的转义字符及其说明

转 义 字 符	说　　明
\	续行符
\n	换行符
\0	空
\t	水平制表符，用于横向跳到下一制表位
\"	双引号
\'	单引号
\\	一个反斜杠
\f	换页
\0dd	八进制数，dd 代表的字符，如\012 代表换行
\xhh	十六进制数，hh 代表的字符，如\x0a 代表换行

注意

在字符串定界符引号的前面加上字母 r（或 R），那么该字符串将原样输出，其中的转义字符将不进行转义。例如，输出字符串“"失望之酒\x0a 机会之杯"”将正常输出转义字符换行，而输出字符串“r"失望之酒\x0a 机会之杯"”，则原样输出，执行结果如图 2.24 所示。

```
>>> print("失望之酒\x0a机会之杯")
失望之酒
机会之杯
>>> print(r"失望之酒\x0a机会之杯")
失望之酒\x0a机会之杯
>>>
```

图 2.24　转义和原样输出的对比

2.3.3　布尔类型



布尔类型主要用来表示真或假的值。在 Python 中，标识符 True 和 False 被解释为布尔值。另外，Python 中的布尔值可以转化为数值，其中 True 表示 1，而 False 表示 0。

说明

Python 中的布尔类型的值可以进行数值运算，例如，“False + 1”的结果为 1。但是不建议对布尔类型的值进行数值运算。

在 Python 中，所有的对象都可以进行真值测试。其中，只有下面列出的几种情况得到的值为假，其他对象在 if 或者 while 语句中都表现为真。

☑ False 或 None；

☑ 数值中的零，包括 0、0.0、虚数 0；

☑ 空序列，包括字符串、空元组、空列表、空字典；

☑ 自定义对象的实例，该对象的__bool__方法返回 False 或者__len__方法返回 0。

2.3.4　数据类型转换



Python 是动态类型的语言（也称为弱类型语言），不需要像 Java 或者 C 语言一样在使用变量前必须先声明变量的类型。虽然 Python 不需要先声明变量的类型，但有时仍然需要用到类型转换。例如，在实例 2.1 中，要想通过一个 print()函数输出提示文字“您的身高：”和浮点型变量 height 的值，就需要将浮点型变量 height 转换为字符串，否则将显示如图 2.25 所示的错误。



```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\datatype_test.py", line 2, in <module>
    print("您的身高：" + height)
TypeError: must be str, not float
```

图 2.25　字符串和浮点型变量连接时出错

在 Python 中，提供了如表 2.3 所示的函数进行各数据类型间的转换。

表 2.3　常用类型转换函数

函　　数	作　　用
int(x)	将 x 转换成整数类型
float(x)	将 x 转换成浮点数类型
complex(real [,imag])	创建一个复数
str(x)	将 x 转换为字符串
repr(x)	将 x 转换为表达式字符串
eval(str)	计算在字符串中的有效 Python 表达式，并返回一个对象
chr(x)	将整数 x 转换为一个字符
ord(x)	将一个字符 x 转换为它对应的整数值
hex(x)	将一个整数 x 转换为一个十六进制的字符串
oct(x)	将一个整数 x 转换为一个八进制的字符串

【例 2.3】 假设某超市因为找零麻烦，特设抹零行为。现编写一段 Python 代码，实现模拟超市的这种带抹零的结账行为。（**实例位置：资源包\TM\sl\02\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 erase_zero.py 的文件，然后在该文件中，首先将各个商品金额累加，计算出商品总金额，并转换为字符串输出，然后再应用 int()函数将浮点型的变量转换为整型，从而实现抹零，并转换为字符串输出。关键代码如下：

```
01  money_all = 56.7 + 72.9 + 88.5 + 26.6 + 68.8         # 累加总计金额
02  money_all_str = str(money_all)                        # 转换为字符串
03  print("商品总金额为：" + money_all_str)
04  money_real = int(money_all)                           # 进行抹零处理
05  money_real_str = str(money_real)                      # 转换为字符串
06  print("实收金额为：" + money_real_str)
```

运行结果如图 2.26 所示。

```
商品总金额为：313.5
实收金额为：313
>>>
```

图 2.26　模拟超市抹零结账行为

常见错误：在进行数据类型转换时，如果把一个非数字字符串转换为整型，将产生如图 2.27 所示的错误。

```
>>> int("17天")
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#1>", line 1, in <module>
    int("17天")
ValueError: invalid literal for int() with base 10: '17天'
```

图 2.27　将非数字字符串转换为整型产生的错误

2.4　基本输入和输出

从第 1 章的 Hello World 程序开始，我们一直在使用 print()函数向屏幕上输出一些字符，这就是 Python 的基本输出函数。除了 print()函数，Python 还提供了一个用于进行标准输入的函数——input()，用于接收用户从键盘上的输入内容。下面将对这两个函数进行详细介绍。

2.4.1　使用 input()函数输入



在 Python 中，使用内置函数 input()可以接收用户的键盘输入。input()函数的基本用法如下：

```
variable = input("提示文字")
```

其中，variable 为保存输入结果的变量，双引号内的文字是用于提示要输入的内容的。例如，想要接收用户输入的内容，并保存到变量 tip 中，可以使用下面的代码。

```
tip = input("请输入文字：")
```

在 Python 3.x 中，无论输入的是数字还是字符都将被作为字符串读取。如果想要接收数值，需要把接收到的字符串进行类型转换。例如，想要接收整型的数字并保存到变量 age 中，可以使用下面的代码。

```
age = int(input("请输入数字："))
```



说明

在 Python 2.x 中，input()函数接收内容时，数值直接输入即可，并且接收后的内容作为数字类型；而如果要输入字符串类型的内容，需要将对应的字符串使用引号括起来，否则会报错。

【例 2.4】 根据身高、体重计算 BMI 指数（改进版）。（**实例位置：资源包\TM\sl\02\04**）

在 2.3.1 节的实例 2.1 中，实现根据身高、体重计算 BMI 指数时，身高和体重是固定的，下面将其修改为使用 input()函数输入，修改后的代码如下：

```
01    height = float(input("请输入您的身高（单位为米）："))          # 输入身高，单位：米
02    weight = float(input("请输入您的体重（单位为千克）："))        # 输入体重，单位：千克
```



```
03    bmi=weight/(height*height)              # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
04    print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))       # 输出 BMI 指数
05    # 判断身材是否合理
06    if bmi<18.5:
07        print("您的体重过轻 ~@_@~")
08    if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
09        print("正常范围，注意保持 (-_-)")
10    if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
11        print("您的体重过重 ~@_@~")
12    if bmi>=29.9:
13        print("肥胖 ^@_@^")
```

运行结果如图 2.28 所示。

```
请输入您的身高（单位为米）：1.70
请输入您的体重（单位为千克）：49
您的BMI指数为：16.955017301038065
您的体重过轻 ~@_@~
>>>
```

图 2.28　根据身高和体重计算 BMI 指数

2.4.2　使用 print()函数输出



默认的情况下，在 Python 中，使用内置的 print()函数可以将结果输出到 IDLE 或者标准控制台上。其基本语法格式如下：

```
print(输出内容)
```

其中，输出内容可以是数字和字符串（使用引号括起来），此类内容将直接输出，也可以是包含运算符的表达式，此类内容将计算结果输出。例如：

```
01    a = 10                              # 变量 a，值为 10
02    b = 6                               # 变量 b，值为 6
03    print(6)                            # 输出数字 6
04    print(a*b)                          # 输出变量 a*b 的结果 60
05    print(a if a>b else b)              # 输出条件表达式的结果 10
06    print("做对的事情比把事情做对重要")      # 输出字符串“做对的事情比把事情做对重要”
```

说明

在 Python 中，默认情况下，一条 print()语句输出后会自动换行，如果想要一次输出多个内容，而且不换行，可以将要输出的内容使用英文半角的逗号分隔。例如，下面的代码将在一行输出变量 a 和 b 的值。

```
print(a,b)                        # 输出变量 a 和 b，结果为：10 6
```

在输出时，也可以把结果输出到指定文件，例如，将一个字符串“命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。”输出到 D:\mot.txt 中，代码如下：

```
01  fp = open(r'D:\mot.txt','a+')                          # 打开文件
02  print("命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。",file=fp)    # 输出到文件中
03  fp.close()                                             # 关闭文件
```

说明

在上面的代码中应用了打开和关闭文件等文件操作的内容，关于这部分内容的详细介绍请参见本书第 13 章，这里了解即可。

执行上面的代码后，将在 D:\目录下生成一个名称为 mot.txt 的文件，该文件的内容为文字“命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。”，如图 2.29 所示。

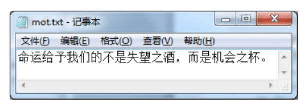


图 2.29　文件 mot.txt 文件的内容

2.5　小　　结

本章首先对 Python 的语法特点进行了介绍，主要包括注释、代码缩进和编码规范，然后介绍了 Python 中的保留字、标识符，以及如何定义变量，接下来又介绍了 Python 中的基本数据类型，最后又介绍了基本输入和输出函数的使用。本章的内容是学习 Python 的基础，需要重点掌握，为后续学习打下良好的基础。

第 3 章

运算符与表达式

（视频讲解：64 分钟）

在进行数学运算或逻辑判断时，需要应用算术运算符、比较运算符，以及逻辑运算符等。因此，在 Python 中也提供了这些运算符。另外，Python 还提供了一个可以根据条件确定返回值的条件表达式。这些内容都是 Python 开发必备的基础知识，需要读者掌握。

本章将先对 Python 中的运算符进行详细讲解，然后再介绍运算符的优先级，最后介绍 Python 中的条件表达式。

通过阅读本章，您可以：

- **掌握如何应用 Python 中的算术运算符**
- **掌握 Python 中的赋值运算符的用法**
- **掌握 Python 中比较（关系）运算符的应用**
- **掌握如何应用 Python 中的逻辑运算符**
- **了解 Python 中的位运算符的用法**
- **了解各个运算符之间的优先级**
- **掌握条件表达式的应用**

3.1 运 算 符

运算符是一些特殊的符号，主要用于数学计算、比较大小和逻辑运算等。Python 的运算符主要包括算术运算符、赋值运算符、比较（关系）运算符、逻辑运算符和位运算符。使用运算符将不同类型的数据按照一定的规则连接起来的式子，称为表达式。例如，使用算术运算符连接起来的式子称为算术表达式，使用逻辑运算符连接起来的式子称为逻辑表达式。下面将对一些常用的运算符进行介绍。

3.1.1 算术运算符



算术运算符号是处理四则运算的符号，在数字的处理中应用得最多。常用的算术操作符如表 3.1 所示。

表 3.1 算术运算符

运 算 符	说 明	实 例	结 果
+	加	12.45+15	27.45
-	减	4.56-0.26	4.3
*	乘	5*3.6	18.0
/	除	7/2	3.5
%	求余，即返回除法的余数	7%2	1
//	取整除，即返回商的整数部分	7//2	3
**	幂，即返回 x 的 y 次方	2**4	16，即 2^4

说明

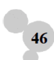
在算术操作符中使用%求余，如果除数（第二个操作数）是负数，那么取得的结果也是一个负值。

注意

使用除法（/或//）运算符和求余运算符时，除数不能为 0，否则将会出现异常，如图 3.1 所示。

```
>>> 5//0
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#5>", line 1, in <module>
    5//0
ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero
>>> 5/0
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#6>", line 1, in <module>
    5/0
ZeroDivisionError: division by zero
>>> 5%0
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#7>", line 1, in <module>
    5%0
ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero
```

图 3.1 除数为 0 时出现的错误提示



【例 3.1】 计算学生成绩的分差及平均分。（**实例位置：资源包\TM\sl\03\01**）

某学员 3 门课程成绩如图 3.2 所示，编程实现：

☑ Python 课程和 English 课程的分数之差；

☑ 3 门课程的平均分。

课程	分数
Python	95
English	92
C语言	89

图 3.2　某学员的成绩表

在 IDLE 中创建一个名称为 score_handle.py 的文件，然后在该文件中，首先定义 3 个变量，用于存储各门课程的分数，然后应用减法运算符计算分数差，再应用加法运算符和除法运算符计算平均成绩，最后输出计算结果。代码如下：

```
01  python = 95                                 # 定义变量，存储 Python 的分数
02  english = 92                                # 定义变量，存储 English 的分数
03  c = 89                                      # 定义变量，存储 C 语言的分数
04  sub = python – C                        # 计算 Python 和 C 语言的分数差
05  avg = (python + english + c) / 3            # 计算平均成绩
06  print("Python 课程和 C 语言课程的分数之差：  " + str(sub) + "  分\n")
07  print("3 门课的平均分：  " + str(avg) + "  分")
```

运行结果如图 3.3 所示。

```
Python课程和C语言课程的分数之差：  6 分

3门课的平均分：  92.0 分
>>>
```

图 3.3　计算学生成绩的分数差及平均分

说明

在 Python 2.x 中，除法运算符（/）的执行结果与 Python 3.x 不一样。在 Python 2.x 中，如果操作数为整数，则结果也将截取为整数。而在 Python 3.x 中，结果为浮点数。例如，7/2，在 Python 2.x 中结果为 3，而在 Python 3.x 中结果为 3.5。

3.1.2　赋值运算符



赋值运算符主要用来为变量等赋值。使用时，可以直接把基本赋值运算符“=”右边的值赋给左边

的变量，也可以进行某些运算后再赋值给左边的变量。在 Python 中常用的赋值运算符如表 3.2 所示。

表 3.2　常用的赋值运算符

运　算　符	说　　明	举　　例	展 开 形 式
=	简单的赋值运算	x=y	x=y
+=	加赋值	x+=y	x=x+y
-=	减赋值	x-=y	x=x-y
*=	乘赋值	x*=y	x=x*y
/=	除赋值	x/=y	x=x/y
%=	取余数赋值	x%=y	x=x%y
**=	幂赋值	x**=y	x=x**y
//=	最整除赋值	x//=y	x=x//y

注意

混淆“=”和“==”是编程中最常见的错误之一。很多语言（而不只是 Python）都使用了这两个符号，另外每天都有很多程序员用错这两个符号。

3.1.3　比较（关系）运算符



比较运算符，也称为关系运算符。用于对变量或表达式的结果进行大小、真假等比较，如果比较结果为真，则返回 True，如果为假，则返回 False。比较运算符通常用在条件语句中作为判断的依据。Python 中的比较运算符如表 3.3 所示。

表 3.3　Python 的比较运算符

运　算　符	作　　用	举　　例	结　　果
>	大于	'a' > 'b'	False
<	小于	156 < 456	True
==	等于	'c' == 'c'	True
!=	不等于	'y' != 't'	True
>=	大于等于	479 >= 426	True
<=	小于等于	62.45 <= 45.5	False

【例 3.2】　使用比较运算符比较大小关系。（**实例位置：资源包\TM\sl\03\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 comparison_operator.py 的文件，然后在该文件中定义 3 个变量，并分别使用 Python 中的各种比较运算符对它们的大小关系进行比较，代码如下：

```
01    python = 95                                    # 定义变量，存储 Python 的分数
02    english = 92                                   # 定义变量，存储 English 的分数
03    c = 89                                         # 定义变量，存储 C 语言的分数
04    # 输出 3 个变量的值
05    print("python = " + str(python) + "english = " +str(english) + "c = " +str(c) + "\n")
06    print("python < english 的结果：" + str(python < english))        # 小于操作
07    print("python > english 的结果：" + str(python > english))        # 大于操作
08    print("python == english 的结果：" + str(python == english))      # 等于操作
09    print("python != english 的结果：" + str(python != english))      # 不等于操作
10    print("python <= english 的结果：" + str(python <= english))      # 小于等于操作
11    print("english >= c 的结果：" + str(python >= c))                 # 大于等于操作
```

运行结果如图 3.4 所示。

```
python = 95english = 92c = 89

python < english的结果：False
python > english的结果：True
python == english的结果：False
python != english的结果：True
python <= english的结果：False
english >= c的结果：True
>>>
```

图 3.4　使用关系运算符比较大小关系

3.1.4　逻辑运算符



假定某面包店，在每周二的下午 7 点至 8 点和每周六的下午 5 点至 6 点，对生日蛋糕商品进行折扣让利活动，那么想参加折扣活动的顾客，就要在时间上满足“周二并且 7:00 PM~8:00 PM”或者“周六并且 5:00 PM~6:00 PM”，这里就用到了逻辑关系，Python 中也提供了这样的逻辑运算符来进行逻辑运算。

逻辑运算符是对真和假两种布尔值进行运算，运算后的结果仍是一个布尔值，Python 中的逻辑运算符主要包括 and（逻辑与）、or（逻辑或）、not（逻辑非）。表 3.4 列出了逻辑运算符的用法和说明。

使用逻辑运算符进行逻辑运算时，其运算结果如表 3.5 所示。

表 3.4　逻辑运算符

运　算　符	含　　义	用　　法	结 合 方 向
and	逻辑与	op1 and op2	左到右
or	逻辑或	op1 or op2	左到右
not	逻辑非	not op	右到左

表 3.5　使用逻辑运算符进行逻辑运算的结果

表达式 1	表达式 2	表达式 1 and 表达式 2	表达式 1 or 表达式 2	not 表达式 1
True	True	True	True	False
True	False	False	True	False
False	False	False	False	True
False	True	False	True	True

【例 3.3】 参加面包店的打折活动。（**实例位置：资源包\TM\sl\03\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 sale.py 的文件，然后在该文件中使用代码实现 3.1.4 节开始描述的场景，代码如下：

```
01   print("面包店正在打折，活动进行中……")                                    # 输出提示信息
02   strWeek = input("请输入中文星期（如星期一）：")                          # 输入星期，例如，星期一
03   intTime = int(input("请输入时间中的小时（范围：0~23）："))             # 输入时间
04   # 判断是否满足活动参与条件（使用了 if 条件语句）
05   if (strWeek == "星期二" and   (intTime >= 19 and intTime <= 20)) or (strWeek == "星期六" and (intTime >= 17 and
intTime <= 18)):
06        print("恭喜您，获得了折扣活动参与资格，尽情选购吧！")                 # 输出提示信息
07   else:
08        print("对不起，您来晚一步，期待下次活动……")                          # 输出提示信息
```

说明

（1）第 2 行代码中，input()方法用于接收用户输入的字符序列。

（2）第 3 行代码中，由于 input()方法返回的结果为字符串类型，所以需要进行类型转换。

（3）第 5 行和第 7 行代码使用了 if...else 条件判断语句，该语句主要用来判断是否满足某种条件，该语句将在第 4 章进行详细讲解，这里只需要了解即可。

（4）第 5 行代码中对条件进行判断时，使用了逻辑运算符 and、or 和关系运算符==、>=、<=。

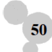
按快捷键 F5 运行实例，首先输入星期为“星期一”，然后输入时间为 8，将显示如图 3.5 所示的结果，再次运行程序，输入星期为“星期六”，时间为 18，将显示如图 3.6 所示的结果。

```
面包店正在打折，活动进行中……
请输入中文星期（如星期一）：星期一
请输入时间中的小时（范围：0~23）：8
对不起，您来晚一步，期待下次活动……
>>>
```

图 3.5　符合条件的运行效果

```
面包店正在打折，活动进行中……
请输入中文星期（如星期一）：星期六
请输入时间中的小时（范围：0~23）：18
恭喜您，获得了折扣活动参与资格，尽情选购吧！
>>>
```

图 3.6　不符合条件的运行效果



说明

本实例未对输入错误信息进行校验，所以为保证程序的正确性，请输入合法的星期和时间。另外，有兴趣的读者可以自己试着添加校验功能。

3.1.5　位运算符



位运算符是把数字看作二进制数来进行计算的，因此，需要先将要执行运算的数据转换为二进制，然后才能执行运算。Python 中的位运算符有按位与（&）、按位或（|）、按位异或（^）、按位取反（~）、左移位（<<）和右移位（>>）运算符。

说明

整型数据在内存中以二进制的形式表示，如整型变量 7 的 32 位二进制表示是 00000000 00000000 00000000 00000111，其中，左边最高位是符号位，最高位是 0 表示正数，若为 1 则表示负数。负数采用补码表示，如−7 的 32 位二进制表示为 11111111 11111111 11111111 11111001。

1. “按位与”运算

“按位与”运算的运算符为“&”，它的运算法则是：两个操作数据的二进制表示，只有对应位都是 1 时，结果位才是 1，否则为 0。如果两个操作数的精度不同，则结果的精度与精度高的操作数相同，如图 3.7 所示。

2. “按位或”运算

“按位或”运算的运算符为“|”，它的运算法则是：两个操作数据的二进制表示，只有对应位都是 0，结果位才是 0，否则为 1。如果两个操作数的精度不同，则结果的精度与精度高的操作数相同，如图 3.8 所示。

	0000 0000 0000 1100
&	0000 0000 0000 1000
	0000 0000 0000 1000

图 3.7　12&8 的运算过程

	0000 0000 0000 0100
|	0000 0000 0000 1000
	0000 0000 0000 1100

图 3.8　4|8 的运算过程

3. “按位异或”运算

“按位异或”运算的运算符是“^”，它的运算法则是：当两个操作数的二进制表示相同（同时为 0 或同时为 1）时，结果为 0，否则为 1。若两个操作数的精度不同，则结果数的精度与精度高的操作数相同，如图 3.9 所示。

4. “按位取反”运算

“按位取反”运算也称“按位非”运算，运算符为“~”。“按位取反”运算就是将操作数对应二进制中的 1 修改为 0，0 修改为 1，如图 3.10 所示。

```
  0000 0000 0000 1111
^ 0000 0000 0001 0110
  0000 0000 0000 1001
```

图 3.9　31^22 的运算过程

```
~ 0000 0000 0111 1011
  1111 1111 1000 0100
```

图 3.10　~123 的运算过程

在 Python 中使用 print()函数输出图 3.7~图 3.10 的运算结果，代码如下：

```
01    print("12&8 = "+str(12&8))              # 按位与计算整数的结果
02    print("4|8 = "+str(4|8))                # 按位或计算整数的结果
03    print("31^22 = "+str(31^22))            # 按位异或计算整数的结果
04    print("~123 = "+str(~123))              # 按位取反计算整数的结果
```

运算结果如图 3.11 所示。

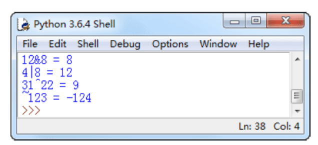


图 3.11　图 3.7～图 3.10 的运算结果

5. 左移位运算符<<

左移位运算符<<是将一个二进制操作数向左移动指定的位数，左边（高位端）溢出的位被丢弃，右边（低位端）的空位用 0 补充。左移位运算相当于乘以 2^n。

例如，int 类型数据 48 对应的二进制数为 00110000，将其左移 1 位，根据左移位运算符的运算规则可以得出(00110000<<1)=01100000，所以转换为十进制数就是 96（48×2）；将其左移 2 位，根据左移位运算符的运算规则可以得出(00110000<<2)=11000000，所以转换为十进制数就是 192（48×2^2），其执行过程如图 3.12 所示。

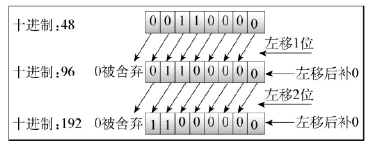


图 3.12　左移位运算



6. 右移位运算符>>

右移位运算符>>是将一个二进制操作数向右移动指定的位数，右边（低位端）溢出的位被丢弃，而在填充左边（高位端）的空位时，如果最高位是 0（正数），左侧空位填入 0；如果最高位是 1（负数），左侧空位填入 1。右移位运算相当于除以 2^n。

正数 48 右移 1 位的运算过程如图 3.13 所示。

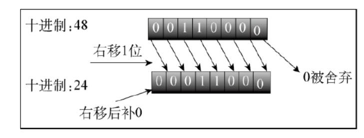


图 3.13 正数的右移位运算过程

负数−80 右移 2 位的运算过程如图 3.14 所示。

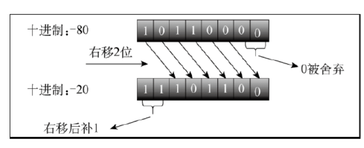


图 3.14 负数的右移位运算过程

说明

由于移位运算的速度很快，在程序中遇到表达式乘以或除以 2^n 的情况时，一般采用移位运算来代替。

【例 3.4】 使用位移运算符对密码进行加密。（**实例位置：资源包\TM\sl\03\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 encryption.py 的文件，然后在该文件中定义两个变量，一个用于保存密码，一个用于保存加密参数，然后应用左移位运算符实现加密，并输出结果，最后应用右移位运算符实现解密，并输出结果，代码如下：

```
01  password = 87654321                  # 密码
02  key = 7                              # 加密参数
03  print("\n 原密码：",password)          # 输出原密码
04  password = password << key           # 将原密码左移，生成新的数字
05  print("\n 加密后：",password)          # 输出加密后的密码
06  password = password >> key           # 将新密码右移，还原密码
07  print("\n 解密后：",password)          # 输出解密后的密码
```

运行上面的代码，将显示如图 3.15 所示的运行结果。

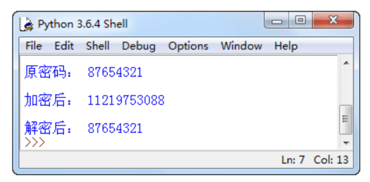


图 3.15　对密码进行加密和解密的结果

3.2　运算符的优先级



所谓运算符的优先级，是指在应用中哪一个运算符先计算，哪一个后计算，与数学的四则运算应遵循的“先乘除，后加减”是一个道理。

Python 的运算符的运算规则是：优先级高的运算先执行，优先级低的运算后执行，同一优先级的操作按照从左到右的顺序进行。也可以像四则运算那样使用小括号，括号内的运算最先执行。表 3.6 按从高到低的顺序列出了运算符的优先级。同一行中的运算符具有相同优先级，此时它们的结合方向决定求值顺序。

表 3.6　运算符的优先级

类　型	说　明	优　先　级
**	幂	高
~、+、-	取反、正号和负号	↑
*、/、%、//	算术运算符	
+、-	算术运算符	
<<、>>	位运算符中的左移和右移	
&	位运算符中的按位与	
^	位运算符中的按位异或	
|	位运算符中的按位或	
<、<=、>、>=、!=、==	比较运算符	低




说明

在编写程序时尽量使用括号“()”来限定运算次序，以免运算次序发生错误。

3.3　条件表达式



在程序开发时，经常会根据表达式的结果有条件地进行赋值。例如，要返回两个数中较大的数，可以使用下面的 if 语句。

```
01  a = 10
02  b = 6
03  if a>b:
04      r = a
05  else:
06      r = b
```

上面的代码可以使用条件表达式进行简化，代码如下：

```
01  a = 10
02  b = 6
03  r = a if a > b else b
```

使用条件表达式时，先计算中间的条件（a>b），如果结果为 True，返回 if 语句左边的值，否则返回 else 右边的值。例如上面的表达式的结果，即 r 的值为 10。

【例 3.5】 使用条件表达式判断是否为闰年。（**实例位置：资源包\TM\sl\03\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 leapyear.py 的文件，然后在该文件中定义一个保存要判断的年份的变量，然后应用条件表达式判断该年份是否为闰年，最后输出判断结果，代码如下：

```
01  year = 2020                                              # 年份
02  result = "是闰年" if (year%4==0 and year % 100 !=0) or (year%100 == 0) else "不是闰年"
03  print("\n"+str(year) + "年" + result + "!")             # 输出结果
```

运行上面的代码，将显示如图 3.16 所示的运行结果。

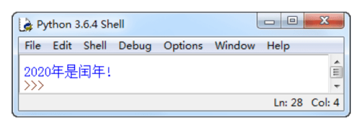


图 3.16　判断是否为闰年的结果



说明

判断一个年份是否为闰年的条件是：能被 4 整除，但不能被 100 整除，或者能被 400 整除。

3.4 小　　结

本章主要介绍了 Python 中的运算符和表达式。同其他语言类似，最常用的运算符有算术运算符、赋值运算符、比较运算符、逻辑运算符和位运算符。这几种常用的运算符是需要读者重点掌握的。另外，如果在一个表达式中需要同时使用多个运算符，那么必须考虑运算符的优先级，优先级高的要比优先级低的先被执行。

第 4 章

流程控制语句

（视频讲解：106 分钟）

做任何事情都要遵循一定的原则。例如，到图书馆去借书，就必须要有借书证，并且借书证不能过期，这两个条件缺一不可。程序设计也是如此，需要利用流程控制实现与用户的交流，并根据用户的需求决定程序“做什么”“怎么做”。

流程控制对于任何一门编程语言来说都是至关重要的，它提供了控制程序如何执行的方法。如果没有流程控制语句，整个程序将按照线性顺序来执行，而不能根据用户的需求决定程序执行的顺序。本章将对 Python 中的流程控制语句进行详细讲解。

通过阅读本章，您可以：

- **了解程序设计的基本结构**
- **掌握 Python 中的几种选择语句**
- **掌握 while 循环语句的应用**
- **掌握如何使用 for 循环语句**
- **掌握如何进行循环嵌套**
- **掌握 break 语句的基本用法**
- **掌握 continue 语句的应用**
- **了解 pass 语句的基本用法**

4.1 程 序 结 构



计算机在解决某个具体问题时，主要有 3 种情形，分别是顺序执行所有的语句、选择执行部分语句和循环执行部分语句。对应程序设计中的 3 种基本结构是顺序结构、选择结构和循环结构。这 3 种结构的执行流程如图 4.1 所示。

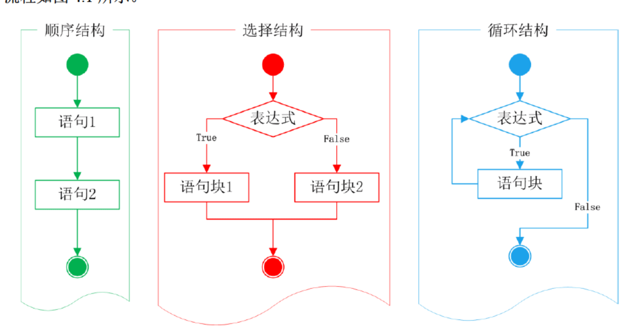


图 4.1　结构化程序设计的 3 种基本结构

其中，第一幅图是顺序结构的流程图，编写完毕的语句按照编写顺序依次被执行；第二幅图是选择结构的流程图，它主要根据条件语句的结果选择执行不同的语句；第三幅图是循环结构的流程图，它是在一定条件下反复执行某段程序的流程结构，其中，被反复执行的语句称为循环体，而决定循环是否终止的判断条件称为循环条件。

本章之前编写的多数例子采用的都是顺序结构。例如，定义一个字符串类型的变量，然后输出该变量，代码如下：

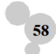
```
01  mot_cn = "命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。"  # 使用双引号，字符串内容必须在一行
02  print(mot_cn)
```

选择结构和循环结构的应用场景，例如：看过《射雕英雄传》的人可能会记得，黄蓉与瑛姑见面时曾出过这样一道数学题：今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？

解决这道题，有以下两个要素：

☑ 需要满足的条件是一个数，除以三余二，除以五余三，除以七余二。这就涉及条件判断，需要通过选择语句实现。

☑ 依次尝试符合条件的数。这就需要循环执行，需要通过循环语句实现。



4.2 选择语句

在生活中，我们总是要做出许多选择，程序也是一样。下面给出几个常见的例子：

☑ 如果购买成功，用户余额减少，用户积分增多。

☑ 如果输入的用户名和密码正确，则提示登录成功，进入网站，否则，提示登录失败。

☑ 如果用户使用微信登录，则使用微信扫一扫；如果使用 QQ 登录，则输入 QQ 号和密码；如果使用微博登录，则输入微博账号和密码；如果使用手机号登录，则输入手机号和密码。

以上例子中的判断就是程序中的选择语句，也称为条件语句。即按照条件选择执行不同的代码片段。Python 中选择语句主要有 3 种形式，分别为 if 语句、if…else 语句和 if…elif…else 多分支语句，下面将分别对它们进行详细讲解。



说明

在其他语言（如 C、C++、Java 等）中，选择语句还包括 switch 语句，也可以实现多重选择。但是，在 Python 中却没有 switch 语句，所以实现多重选择的功能时，只能使用 if…elif…else 多分支语句或者 if 语句的嵌套。

4.2.1 最简单的 if 语句



Python 中使用 if 保留字来组成选择语句，其最简单的语法形式如下：

```
if 表达式:
    语句块
```

其中，表达式可以是一个单纯的布尔值或变量，也可以是比较表达式或逻辑表达式（例如，a > b and a != c），如果表达式的值为真，则执行“语句块”；如果表达式的值为假，就跳过“语句块”，继续执行后面的语句，这种形式的 if 语句相当于汉语里的“如果……就……”，其流程图如图 4.2 所示。

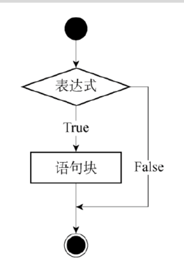


图 4.2　最简单 if 语句的执行流程



说明

在 Python 中，当表达式的值为非零的数或者非空的字符串时，if 语句也认为是条件成立（即为真值）。具体都有哪些值才是假，可以参见 2.3.3 节。

下面通过一个具体的实例来解决 4.1 节给出的应用场景中的第一个要素：判断一个数，除以三余二，除以五余三，除以七剩二。

【例 4.1】 判断输入的是不是黄蓉所说的数。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\01**）

使用 if 语句判断用户输入的数字是不是黄蓉所说的除以三余二，除以五余三，除以七余二的数，代码如下：

```
01  print("今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？\n")
02  number = int(input("请输入您认为符合条件的数："))                # 输入一个数
03  if number%3 ==2 and number%5 ==3 and number%7 ==2:              # 判断是否符合条件
04      print(number,"符合条件：三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二")
```

运行程序，当输入 23 时，效果如图 4.3 所示；当输入 45 时，效果如图 4.4 所示。

```
今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？

请输入您认为符合条件的数：23
23 符合条件：三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二
>>>
```

图 4.3　输入的是符合条件的数

```
今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？

请输入您认为符合条件的数：45
>>>
```

图 4.4　输入的是不符合条件的数



说明

使用 if 语句时，如果只有一条语句，语句块可以直接写到冒号“:”的右侧，例如下面的代码：

```
if a > b:max = a
```

但是，为了程序代码的可读性，建议不要这么做。

常见错误：

（1）if 语句后面未加冒号。例如下面的代码：

```
01  number = 5
02  if number == 5
03      print("number 的值为 5")
```

运行后，将产生如图 4.5 所示的语法错误。

解决的方法是在第 2 行代码的结尾处添加英文半角的冒号。正确的代码如下：

```
04  number = 5
05  if number == 5:
```



```
06        print("number 的值为 5")
```

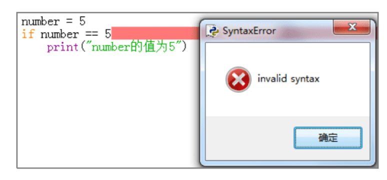


图 4.5　语法错误

（2）使用 if 语句时，如果在符合条件时，需要执行多个语句，例如，程序的真正意图是以下语句：

```
01    if bmi<18.5:
01        print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))            # 输出 BMI 指数
02        print("您的体重过轻 ~@_@~")
```

但是，在第二个输出语句的位置没有缩进，代码如下：

```
03    if bmi<18.5:
04        print("您的 BMI 指数为："+str(bmi))            # 输出 BMI 指数
05    print("您的体重过轻 ~@_@~")
```

执行程序时，无论 bmi 的值是否小于 18.5，都会输出“您的体重过轻 ~@_@~”。这显然与程序的本意是不符的，但程序并不会报告异常，因此这种 Bug 很难被发现。

4.2.2　if…else 语句



如果遇到只能二选一的条件，例如，某个公司在发展过程中遇到了“扩张”和“求稳”的抉择，示意图如图 4.6 所示。

Python 中提供了 if…else 语句解决类似问题，其语法格式如下：

```
if 表达式:
    语句块 1
else:
    语句块 2
```

使用 if…else 语句时，表达式可以是一个单纯的布尔值或变量，也可以是比较表达式或逻辑表达式，如果满足条件，则执行 if 后面的语句块，否则，执行 else 后面的语句块，这种形式的选择语句相当于汉语里的“如果……否则……”，其流程图如图 4.7 所示。



图 4.6　公司发展面临的抉择

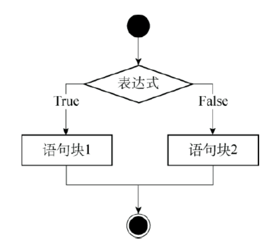


图 4.7　if…else 语句流程图

技巧

if…else 语句可以使用条件表达式进行简化，例如下面的代码：

```
01   a = -9
02   if a > 0:
03       b = a
04   else:
05       b = -a
06   print(b)
```

可以简写成：

```
01   a = -9
02   b = a if a>0 else -a
03   print(b)
```

上段代码主要实现求绝对值的功能，如果 a＞0，就把 a 的值赋值给变量 b，否则将–a 赋值给变量 b。使用条件表达式的好处是可以使代码简洁，并且有一个返回值。



下面对实例 4.1 进行改进，加入：如果输入的数不符合条件，则给出提示的功能。

【例 4.2】 判断输入的是不是黄蓉所说的数（续）。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\02**）

使用 if…else 语句判断用户输入的数字是不是黄蓉所说的除以三余二，除以五余三，除以七余二的数，并给予相应的提示，代码如下：

```
01  print("今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？\n")
02  number = int(input("请输入您认为符合条件的数："))              # 输入一个数
03  if number%3 ==2 and number%5 ==3 and number%7 ==2:      # 判断是否符合条件
04      print(number,"符合条件")
05  else:                                                   # 不符合条件
06      print(number,"不符合条件")
```

运行程序，当输入 23 时，效果如图 4.8 所示；当输入 32 时，效果如图 4.9 所示。

```
今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？

请输入您认为符合条件的数：23
23 符合条件
>>>
```

图 4.8　输入的是符合条件的数

```
今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？

请输入您认为符合条件的数：32
32 不符合条件
>>>
```

图 4.9　输入的是不符合条件的数

注意

在使用 else 语句时，else 一定不可以单独使用，它必须和保留字 if 一起使用，例如，下面的代码是错误的：

```
01  else:
02      print(number,"不符合条件")
```

程序中使用 if...else 语句时，如果出现 if 语句多于 else 语句的情况，那么该 else 语句将会根据缩进确定该 else 语句是属于哪个 if 语句的。例如下面的代码：

```
01  a = -1
02  if a >= 0:
03      if a > 0:
04          print("a 大于零")
05      else:
06          print("a 等于零")
```

将不输出任何提示信息，这是因为 else 语句属于第 3 行的 if 语句，所以当 a 小于零时，else 语句将不执行。而如果将上面的代码修改为以下内容：

```
01  a = -1
02  if a >= 0:
03      if a > 0:
04          print("a 大于零")
05  else:
06      print("a 小于零")
```

将输入提示信息“a 小于零”。此时，else 语句属于第 2 行的 if 语句。

4.2.3 if…elif…else 语句



大家平时在网上购物时，通常都有多种付款方式以供选择，如图 4.10 所示。

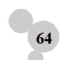


图 4.10 购物时的付款页面

图 4.10 中提供了 3 种付款方式，这时用户就需要从多个选项中选择一个。在开发程序时，如果遇到多选一的情况，则可以使用 if…elif…else 语句，该语句是一个多分支选择语句，通常表现为“如果满足某种条件，进行某种处理，否则，如果满足另一种条件，则执行另一种处理……”。if…elif…else 语句的语法格式如下：

```
if 表达式 1:
    语句块 1
elif 表达式 2:
    语句块 2
elif 表达式 3:
    语句块 3
...
else:
    语句块 n
```

使用 if…elif…else 语句时，表达式可以是一个单纯的布尔值或变量，也可以是比较表达式或逻



辑表达式，如果表达式为真，则执行语句；而如果表达式为假，则跳过该语句，进行下一个 elif 的判断，只有在所有表达式都为假的情况下，才会执行 else 中的语句。if…elif…else 语句的流程如图 4.11 所示。

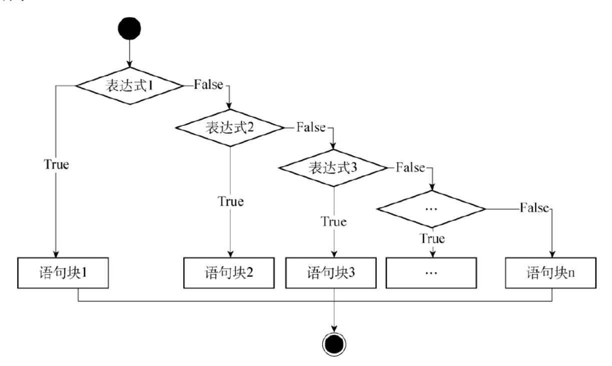


图 4.11　if…elif…else 语句的流程图

注意

if 和 elif 都需要判断表达式的真假，而 else 则不需要判断；另外，elif 和 else 都必须跟 if 一起使用，不能单独使用。

【例 4.3】 根据年龄输出不同的提示。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\03**）

使用 if…elif…else 多分支语句实现根据用户输入的年龄输出相应的提示信息的功能，代码如下：

```
01  your_age = int(input("请输入您的年龄："))          # 获取用户输入的年龄，并转换为整型
02  if your_age <= 18:                                  # 调用 if 语句判断输入的数据是否小于等于 18
03      # 如果小于等于 18 则输出提示信息
04      print("您的年龄还小，要努力学习哦！")
05  elif 18 < your_age <= 30:                           # 判断是否大于 18 岁，并且小于 30 岁
06      # 如果输入的年龄大于 18 岁并且小于 30 岁则输出提示信息
07      print("您现在的阶段正是努力奋斗的黄金阶段！")
08  elif 30 < your_age <= 50:                           # 判断输入的年龄是否大于 30 岁小于等于 50 岁
09      # 如果输入的年龄大于 30 岁而小于等于 50 岁则输出提示信息
10      print("您现在的阶段正是人生的黄金阶段！")
11  else:
12      print("最美不过夕阳红！")
```

说明

第 1 行代码中的 int()函数用于将用户的输入强制转换成整型。

运行程序，输入一个年龄值，并按 Enter 键，即可显示相应的提示信息，效果如图 4.12 所示。

```
请输入您的年龄：27
您现在的阶段正是努力奋斗的黄金阶段！
>>>
```

图 4.12　if…elif…else 多分支语句的使用

说明

使用 if 选择语句时，尽量遵循以下原则：

（1）当使用布尔类型的变量作为判断条件时，假设布尔型变量 flag，例如较为规范的书写：

```
if flag:             # 表示为真
if not flag:         # 表示为假
```

不符合规范的书写，例如：

```
if flag == True:
if flag == False:
```

（2）使用“if 1 == a:”这样的书写格式可以防止错写成“if a = 1:”这种形式，以避免逻辑上的错误。

4.2.4　if 语句的嵌套



前面介绍了 3 种形式的 if 选择语句，这 3 种形式的选择语句之间都可以互相嵌套。例如，在最简单的 if 语句中嵌套 if…else 语句，形式如下：

```
if 表达式 1:
    if 表达式 2:
        语句块 1
    else:
        语句块 2
```

例如，在 if…else 语句中嵌套 if…else 语句，形式如下：

```
if 表达式 1:
    if 表达式 2:
        语句块 1
```



```
    else:
        语句块 2
else:
    if 表达式 3:
        语句块 3
    else:
        语句块 4
```

说明

if 选择语句可以有多种嵌套方式，开发程序时，可以根据自身需要选择合适的嵌套方式，但一定要严格控制好不同级别代码块的缩进量。

【例 4.4】 判断输入的年份是不是闰年。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\04**）

通过使用嵌套的 if 语句实现判断用户输入的年份是不是闰年的功能，代码如下：

```
01  year = int(input("请输入一个年份："))          # 获取用户输入的年份，并转换为整型
02  if year % 4 == 0:                              # 四年一闰
03      if year % 100 == 0:
04          if year % 400 == 0:                    # 四百年再闰
05              print(year,"年是闰年")
06          else:                                  # 百年不闰
07              print(year,"年不是闰年")
08      else:
09          print(year,"年是闰年")
10  else:
11      print(year,"年不是闰年")
12
```

说明

判断闰年的方法是“四年一闰，百年不闰，四百年再闰”。程序使用嵌套的 if 语句对这 3 个条件逐一判断，第 2 行代码首先判断年份能否被 4 整除，如果不能整除，输出字符串“yyyy 年不是闰年”，如果能整除，第 3 行代码继续判断能否被 100 整除，如果不能整除，输出字符串“yyyy 年是闰年”，如果能整除，第 4 行代码继续判断能否被 400 整除，如果能整除，输出字符串“yyyy 年是闰年”，如果不能整除，输出字符串“yyyy 年不是闰年”。

运行程序，当输入一个闰年年份（如 2016）时，效果如图 4.13 所示；当输入一个非闰年年份（如 2018）时，效果如图 4.14 所示。

```
请输入一个年份：2016
2016 年是闰年
>>>
```

图 4.13　输入闰年年份的结果

```
请输入一个年份：2018
2018 年不是闰年
>>>
```

图 4.14　输入非闰年年份的结果

4.3 循环语句

日常生活中很多问题都无法一次解决，如盖楼，所有高楼都是一层一层建起来的。还有，有些事物必须周而复始地运转才能保证其存在的意义，例如，公交车、地铁等交通工具必须每天在同样的时间往返于始发站和终点站之间。类似这样的反复做同一件事的情况，称为循环。循环主要有两种类型：

☑ 重复一定次数的循环，称为计次循环，如 for 循环。

☑ 一直重复，直到条件不满足时才结束的循环，称为条件循环。只要条件为真，这种循环会一直持续下去，如 while 循环。下面将对这两种类型的循环分别进行介绍。



说明

在其他语言（如 C、C++、Java 等）中，条件循环还包括 do…while 循环。但是，在 Python 中没有 do…while 循环。

4.3.1 while 循环



while 循环是通过一个条件来控制是否要继续反复执行循环体中的语句。

语法如下：

```
while 条件表达式:
    循环体
```



说明

循环体是指一组被重复执行的语句。

当条件表达式的返回值为真时，则执行循环体中的语句，执行完毕后，重新判断条件表达式的返回值，直到表达式返回的结果为假时，退出循环。while 循环语句的执行流程如图 4.15 所示。

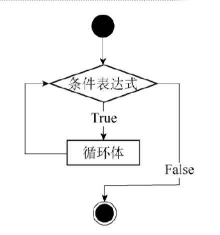
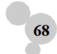


图 4.15　while 循环语句的执行流程图

我们以现实生活中的例子来理解 while 循环的执行流程。在体育课上，体育老师要求同学们沿着环形操场跑圈。要求听到老师吹的哨子声时就停下来。同学们每跑一圈，可能会请求一次老师吹哨子。如果老师吹哨子，则停下来，即循环结束。否则继续跑步，即执行循环。

下面通过一个具体的实例来解决 4.1 节给出的应用场景中的第二个要素：依次尝试符合条件的数。此时，需要用到第一个要素确



定是否符合条件。

【例 4.5】 解决黄蓉难倒瑛姑的数学题（while 循环版）。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\05**）

使用 while 循环语句实现从 1 开始依次尝试符合条件的数，直到找到符合条件的数时，才退出循环。具体的实现方法是：首先定义一个用于计数的变量 number 和一个作为循环条件的变量 none（默认值为真），然后编写 while 循环语句，在循环体中，将变量 number 的值加 1，并且判断 number 的值是否符合条件，当符合条件时，将变量 none 设置为假，从而退出循环。具体代码如下：

```
01  print("今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？\n")
02  none = True                                                    # 作为循环条件的变量
03  number = 0                                                     # 计数的变量
04  while none:
05      number += 1                                                # 计数加 1
06      if number%3 ==2 and number%5 ==3 and number%7 ==2:         # 判断是否符合条件
07          print("答曰：这个数是",number)                            # 输出符合条件的数
08          none = False                                           # 将循环条件的变量赋值为否
```

运行程序，将显示如图 4.16 所示的效果。从图 4.16 中可以看出第一个符合条件的数是 23，这就是黄蓉想要的答案。

```
今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？
答曰：这个数是 23
>>>
```

图 4.16　解决黄蓉难倒瑛姑的数学题（while 循环版）

注意

在使用 while 循环语句时，一定不要忘记添加将循环条件改变为 False 的代码（例如实例 4.5 中的第 8 行代码一定不能少），否则，将产生死循环。

4.3.2　for 循环



for 循环是一个计次循环，一般应用在循环次数已知的情况下。通常适用于枚举或遍历序列，以及迭代对象中的元素。

语法如下：

```
for 迭代变量 in 对象:
    循环体
```

其中，迭代变量用于保存读取出的值；对象为要遍历或迭代的对象，该对象可以是任何有序的序列对象，如字符串、列表和元组等；循环体为一组被重复执行的语句。

for 循环语句的执行流程如图 4.17 所示。

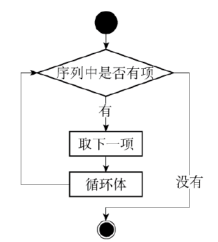


图 4.17　for 循环语句的执行流程图

我们以现实生活中的例子来理解 for 循环的执行流程。在体育课上，体育老师要求同学们排队进行踢毽球测试，每个同学一次机会，毽球落地则换另一个同学，直到全部同学都测试完毕，即循环结束。

1．进行数值循环

在使用 for 循环时，最基本的应用就是进行数值循环。例如，想要实现从 1 到 100 的累加，可以通过下面的代码实现。

```
01    print("计算 1+2+3+…+100 的结果为：")
02    result = 0                    # 保存累加结果的变量
03    for i in range(101):
04        result += i               # 实现累加功能
05    print(result)                 # 在循环结束时输出结果
```

在上面的代码中使用了 range()函数，该函数是 Python 内置的函数，用于生成一系列连续的整数，多用于 for 循环语句中。其语法格式如下：

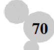
```
range(start,end,step)
```

各参数说明如下：

☑　start：用于指定计数的起始值，可以省略，如果省略则从 0 开始。

☑　end：用于指定计数的结束值（但不包括该值，如 range(7)，则得到的值为 0~6，不包括 7），不能省略。当 range()函数中只有一个参数时，即表示指定计数的结束值。

☑　step：用于指定步长，即两个数之间的间隔，可以省略，如果省略则表示步长为 1。例如，range(1,7)将得到 1、2、3、4、5、6。



注意

在使用 range()函数时，如果只有一个参数，那么表示指定的是 end；如果有两个参数，则表示指定的是 start 和 end；只有 3 个参数都存在时，最后一个才表示步长。

例如，使用下面的 for 循环语句，将输出 10 以内的所有奇数。

```
01    for i in range(1,10,2):
02        print(i,end = ' ')
```

得到的结果如下：

```
1 3 5 7 9
```

说明

在 Python 2.x 中，如果想让 print 语句输出的内容在一行上显示，可以在后面加上逗号（如 print i,），但是在 Ptyhon 3.x 中，使用 print()函数时，不能直接加逗号，需要加上“,end = ' 分隔符'”，在上面的代码中使用的分隔符为一个空格。

说明

在 Python 2.x 中，除提供 range()函数外，还提供了一个 xrange()函数，用于解决 range()函数会不经意间耗掉所有可用内存的问题，而在 Python 3.x 中已经更名为 range()函数，并且删除了老式 xrange()函数。

下面通过一个具体的实例来演示使用 for 循环语句进行数值循环的具体应用。

【例 4.6】 解决黄蓉难倒瑛姑的数学题（for 循环版）。**（实例位置：资源包\TM\sl\04\06）**

使用 for 循环语句实现从 1 循环到 100（不包含 100），并且记录符合黄蓉要求的数。具体的实现方法是：应用 for 循环语句从 1 迭代到 100，在循环体中，判断迭代变量 number 是否符合“三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二”的要求，如果符合则应用 print()函数输出，否则继续循环。具体代码如下：

```
01    print("今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？\n")
02    for number in range(100):
03        if number%3 ==2 and number%5 ==3 and number%7 ==2:        # 判断是否符合条件
04            print("答曰：这个数是",number)                          # 输出符合条件的数
```

运行程序，将显示和实例 4.5 一样的效果，也是如图 4.16 所示的效果。

常见错误：for 语句后面未加冒号。例如下面的代码：

```
01    for number in range(100)
02        print(number)
```

运行后，将产生如图 4.18 所示的语法错误。解决的方法是在第一行代码的结尾处添加一个冒号。

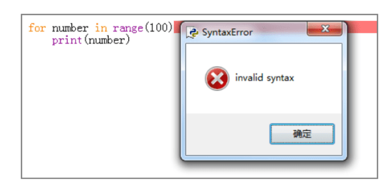


图 4.18　for 循环语句的常见错误

2. 遍历字符串

使用 for 循环语句除了可以循环数值，还可以逐个遍历字符串，例如，下面的代码可以将横向显示的字符串转换为纵向显示。

```
01  string = '不要再说我不能'
02  print(string)          # 横向显示
03  for ch in string:
04      print(ch)          # 纵向显示
```

上面代码的运行结果如图 4.19 所示。



说明

for 循环语句还可以用于迭代（遍历）列表、元组、集合和字典等，具体的方法将在第 5 章介绍。

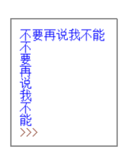


图 4.19　将字符串转换为纵向显示

4.3.3　循环嵌套



在 Python 中，允许在一个循环体中嵌入另一个循环，这称为循环嵌套。在 Python 中，for 循环和 while 循环都可以进行循环嵌套。

例如，在 while 循环中套用 while 循环的格式如下：

```
while 条件表达式 1:
    while 条件表达式 2:
        循环体 2
    循环体 1
```

在 for 循环中套用 for 循环的格式如下：

```
for 迭代变量 1 in 对象 1:
    for 迭代变量 2 in 对象 2:
```



```
        循环体 2
    循环体 1
```

在 while 循环中套用 for 循环的格式如下：

```
while 条件表达式:
    for 迭代变量 in 对象:
        循环体 2
    循环体 1
```

在 for 循环中套用 while 循环的格式如下：

```
for 迭代变量 in 对象:
    while 条件表达式:
        循环体 2
    循环体 1
```

除了上面介绍的 4 种嵌套格式外，还可以实现更多层的嵌套，方法与上面的类似，这里就不再一一给出了。

【例 4.7】 打印九九乘法表。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\07**）

使用嵌套的 for 循环打印九九乘法表，代码如下：

```
01  for i in range(1, 10):                    # 输出 9 行
02      for j in range(1, i + 1):             # 输出与行数相等的列
03          print(str(j) + "×" + str(i) + "=" + str(i * j) + "\t", end='')
04      print('')                             # 换行
```

上面的代码使用了双层 for 循环，第一个循环可以看成是对乘法表的行数的控制，同时也是每个乘法公式的第二个因子；第二个循环控制乘法表的列数，列数的最大值应该等于行数，因此第二个循环的条件应该是在第一个循环的基础上建立的。

程序运行结果如图 4.20 所示。

```
1×1=1
1×2=2  2×2=4
1×3=3  2×3=6   3×3=9
1×4=4  2×4=8   3×4=12 4×4=16
1×5=5  2×5=10 3×5=15 4×5=20 5×5=25
1×6=6  2×6=12 3×6=18 4×6=24 5×6=30 6×6=36
1×7=7  2×7=14 3×7=21 4×7=28 5×7=35 6×7=42 7×7=49
1×8=8  2×8=16 3×8=24 4×8=32 5×8=40 6×8=48 7×8=56 8×8=64
1×9=9  2×9=18 3×9=27 4×9=36 5×9=45 6×9=54 7×9=63 8×9=72 9×9=81
>>>
```

图 4.20　使用循环嵌套打印九九乘法表

4.4 break、continue 和 pass 语句

当循环条件一直满足时，程序将会一直执行下去，就像一辆迷路的车，在某个地方不停地转圆圈。如果希望在中间离开循环，也就是 for 循环结束计数之前，或者 while 循环找到结束条件之前。有两种方法可以做到：

☑ 使用 continue 语句直接跳到循环的下一次迭代。

☑ 使用 break 完全中止循环。

另外，在 Python 中还有一个用于保持程序结构完整性的 pass 语句。下面将对 break、continue 和 pass 语句进行详细介绍。

4.4.1 break 语句



break 语句可以终止当前的循环，包括 while 和 for 在内的所有控制语句。以独自一人沿着操场跑步为例，原计划跑 10 圈，可是在跑到第 2 圈的时候，遇到自己的女神或者男神，于是果断停下来，中止跑步，这就相当于使用了 break 语句提前中止了循环。break 语句的语法比较简单，只需要在相应的 while 或 for 语句中加入即可。

说明

break 语句一般会结合 if 语句进行搭配使用，表示在某种条件下跳出循环。如果使用嵌套循环，break 语句将跳出最内层的循环。

在 while 语句中使用 break 语句的形式如下：

```
while 条件表达式 1:
    执行代码
    if 条件表达式 2:
        break
```

其中，条件表达式 2 用于判断何时调用 break 语句跳出循环。在 while 语句中使用 break 语句的流程如图 4.21 所示。

在 for 语句中使用 break 语句的形式如下：

```
for 迭代变量 in 对象:
    if 条件表达式:
        break
```

其中，条件表达式用于判断何时调用 break 语句跳出循环。在 for 语句中使用 break 语句的流程如图 4.22 所示。

在实例 4.6 中，使用 for 循环语句解决了黄蓉难倒瑛姑的数学题。但是，在该实例中，整合 for 要



从 0 一直循环到 99，尽管在循环到 23 时，已经找到了符合要求的数。下面将实例 4.6 进行改进，实现当找到第一个符合条件的数后，就跳出循环。这样可以提高程序的执行效率。

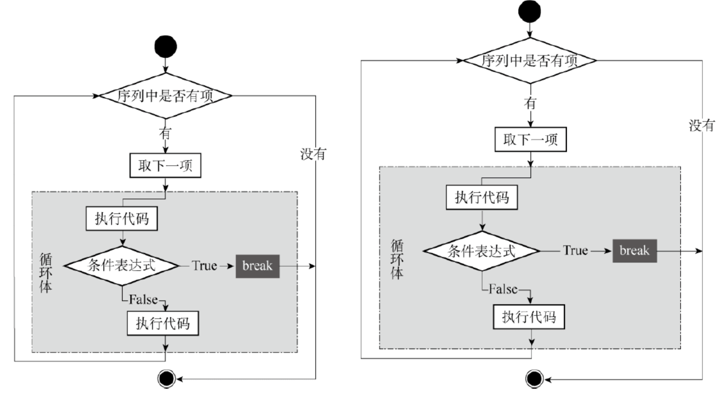


图 4.21　在 while 语句中使用 break 语句的流程图　　　图 4.22　在 for 语句中使用 break 语句的流程图

【例 4.8】 解决黄蓉难倒瑛姑的数学题（for 循环改进版）。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\08**）

在实例 4.7 的最后一行代码下方再添加一个 break 语句，即可以实现找到符合要求的数后直接退出 for 循环。修改后的代码如下：

```
01  print("今有物不知其数，三三数之剩二，五五数之剩三，七七数之剩二，问几何？\n")
02  for number in range(100):
03      if number%3 ==2 and number%5 ==3 and number%7 ==2:    # 判断是否符合条件
04          print("答曰：这个数是",number)                       # 输出符合条件的数
05          break                                              # 跳出 for 循环
```

运行程序，将显示和实例 4.5 一样的效果，也是如图 4.16 所示的效果。如果想要看出实例 4.8 和实例 4.6 的区别，可以在上面第 2 行和第 3 行代码之间添加“print(number)”语句输出 number 的值。添加 break 语句后的执行效果如图 4.23 所示，未添加 break 语句时的执行效果如图 4.24 所示。

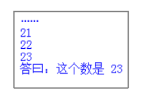


图 4.23　添加 break 语句时的效果

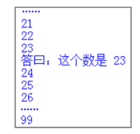


图 4.24　未添加 break 语句时的效果

4.4.2 continue 语句



continue 语句的作用没有 break 语句强大，它只能中止本次循环而提前进入下一次循环中。仍然以独自一人沿着操场跑步为例，原计划跑步 10 圈。当跑到第 2 圈的时候，遇到自己的女神或者男神也在跑步，于是果断停下来，跑回起点等待，制造一次完美邂逅，然后从第 3 圈开始继续。

continue 语句的语法比较简单，只需要在相应的 while 或 for 语句中加入即可。

说明

continue 语句一般会结合 if 语句进行搭配使用，表示在某种条件下，跳过当前循环的剩余语句，然后继续进行下一轮循环。如果使用嵌套循环，continue 语句将只跳过最内层循环中的剩余语句。

在 while 语句中使用 continue 语句的形式如下：

```
while 条件表达式 1:
    执行代码
    if 条件表达式 2:
        continue
```

其中，条件表达式 2 用于判断何时调用 continue 语句跳出循环。在 while 语句中使用 continue 语句的流程图如图 4.25 所示。

在 for 语句中使用 continue 语句的形式如下：

```
for 迭代变量 in 对象:
    if 条件表达式:
        continue
```

其中，条件表达式用于判断何时调用 continue 语句跳出循环。在 for 语句中使用 continue 语句的流程如图 4.26 所示。

【例 4.9】 计算 100 以内所有偶数的和。（**实例位置：资源包\TM\sl\04\09**）

通过在 for 循环中使用 continue 语句实现 1 到 100（不包括 100）的偶数和，代码如下：

```
01  total = 0                                          # 用于保存累加和的变量
02  for number in range(1,100):
03      if number%2 == 1:                              # 判断是否符合条件
04          continue                                   # 继续下一次循环
05      total += number                                # 累加偶数的和
06  print("1 到 100 之间（不包括 100）的偶数和为：",total)     # 输出累加结果
```

说明

第 3 行代码实现的是：当所判断的数字是奇数时，会执行第 4 行的 continue 语句，跳过后面的累加操作，直接进入下一次循环。



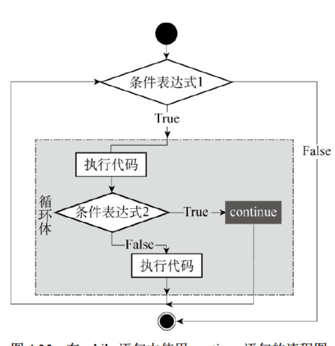


图 4.25　在 while 语句中使用 continue 语句的流程图

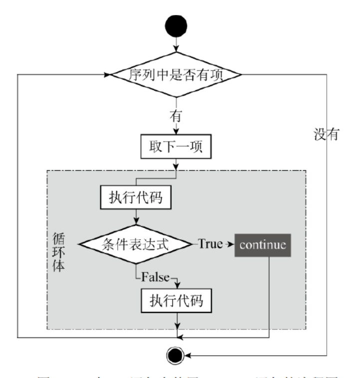


图 4.26　在 for 语句中使用 continue 语句的流程图

程序运行结果如下：

```
1 到 100 之间（不包括 100）的偶数和为：2450
```

4.4.3　pass 语句



在 Python 中还有一个 pass 语句，表示空语句。它不做任何事情，一般起到占位作用。例如，在应用 for 循环输出 1～10（不包括 10）的偶数时，在不是偶数时，应用 pass 语句占个位置，方便以后对不是偶数的数进行处理。代码如下：

```
01  for i in range(1,10):
02      if i%2 == 0:                # 判断是否为偶数
03          print(i,end = ' ')
04      else:                       # 不是偶数
05          pass                    # 占位符，不做任何事情
```

程序运行结果如下：

```
2 4 6 8
```

4.5 小　　结

本章详细介绍了选择语句、循环语句、break 和 continue 跳转语句，以及 pass 语句的概念及用法。在程序中，语句是程序完成一次操作的基本单位，而流程控制语句是用于控制语句的执行顺序的，在讲解流程控制语句时，通过实例演示每种语句的用法。在学习本章内容时，读者要重点掌握 if 语句、while 语句和 for 语句的用法，因为这几种语句在程序开发中会经常用到。希望通过对本章的学习，读者能够熟练掌握 Python 中流程控制语句的使用，并能够应用在实际的开发中。

第 5 章

列表与元组

（视频讲解：202 分钟）

在数学里，序列也称为数列，是指按照一定顺序排列的一列数，而在程序设计中,序列是一种常用的数据存储方式，几乎每种程序设计语言都提供了类似的数据结构，如 C 语言或 Java 中的数组等。

在 Python 中，序列是最基本的数据结构。它是一块用于存放多个值的连续内存空间。Python 中内置了 5 个常用的序列结构，分别是列表、元组、集合、字典和字符串。本章将对前两个序列结构进行详细介绍，剩下的集合和字典将在第 6 章进行介绍，字符串将在第 7 章进行详细介绍。

通过阅读本章，您可以：

- 了解什么是序列
- 掌握序列的基本操作
- 掌握列表及二维列表的基本操作
- 掌握列表推导式的应用
- 掌握元组的基本操作
- 掌握元组推导式的应用
- 了解元组和列表的区别

5.1 序 列 概 述

序列是一块用于存放多个值的连续内存空间，并且按一定顺序排列，每个值（称为元素）都分配一个数字，称为索引或位置。通过该索引可以取出相应的值。例如，我们可以把一家酒店看作一个序列，那么酒店里的每个房间都可以看作是这个序列的元素。而房间号就相当于索引，可以通过房间号找到对应的房间。

在 Python 中，序列结构主要有列表、元组、集合、字典和字符串。对于这些序列结构有以下几个通用的操作。其中，集合和字典不支持索引、切片、相加和相乘操作。

5.1.1 索引



序列中的每个元素都有一个编号，也称为索引（Indexing）。这个索引是从 0 开始递增的，即下标为 0 表示第一个元素，下标为 1 表示第二个元素，依此类推，如图 5.1 所示。

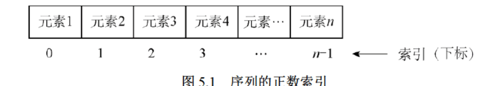


图 5.1　序列的正数索引

Python 比较神奇，它的索引可以是负数。这个索引从右向左计数，也就是从最后的一个元素开始计数，即最后一个元素的索引值是-1，倒数第二个元素的索引值为-2，依此类推，如图 5.2 所示。

元素1	元素2	元素3	元素…	元素n-1	元素n	
-(n-1)	-(n-2)	-(n-3)	…	-2	-1	← 索引（下标）

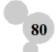
图 5.2　序列的负数索引

注意

在采用负数作为索引值时，是从-1 开始的，而不是从 0 开始的，即最后一个元素的下标为-1，这是为了防止与第一个元素重合。

通过索引可以访问序列中的任何元素。例如，定义一个包括 4 个元素的列表，要访问它的第三个元素和最后一个元素，可以使用下面的代码。

```
01  verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02  print(verse[2])          # 输出第三个元素
03  print(verse[-1])         # 输出最后一个元素
```



输出的结果为显示文字：

```
晴空一鹤排云上
```



关于列表的详细介绍请参见 5.2 节。

5.1.2　切片



切片（sliceing）操作是访问序列中元素的另一种方法，它可以访问一定范围内的元素。通过切片操作可以生成一个新的序列。实现切片操作的语法格式如下：

```
sname[start : end : step]
```

参数说明如下：

☑ sname：表示序列的名称；

☑ start：表示切片的开始位置（包括该位置），如果不指定，则默认为 0；

☑ end：表示切片的截止位置（不包括该位置），如果不指定，则默认为序列的长度；

☑ step：表示切片的步长，如果省略，则默认为 1，当省略该步长时，最后一个冒号也可以省略。

说明

在进行切片操作时，如果指定了步长，那么将按照该步长遍历序列的元素，否则将一个一个遍历序列。

例如，通过切片获取列表中的第 2 个到第 6 个元素，以及获取第 2 个、第 4 个和第 6 个元素，可以使用下面的代码。

```
01    verse = ["青青园中葵","朝露待日晞","阳春布德泽","万物生光辉","常恐秋节至","焜黄华叶衰",
02                   "百川东到海","何时复西归","少壮不努力","老大徒伤悲"]
03    print(verse[1:6])            # 获取第 2 个到第 6 个元素
04    print(verse[1:6:2])          # 获取第 2 个、第 4 个和第 6 个元素
```

运行上面的代码，将输出以下内容：

```
['朝露待日晞', '阳春布德泽', '万物生光辉', '常恐秋节至', '焜黄华叶衰']
['朝露待日晞', '万物生光辉', '焜黄华叶衰']
```



如果想要复制整个序列，可以将 start 和 end 参数都省略，但是中间的冒号需要保留。例如，verse[:]就表示复制整个名称为 verse 的序列。

5.1.3 序列相加



在 Python 中，支持两种相同类型的序列相加（adding）操作。即将两个序列进行连接，不会去除重复的元素，使用加（+）运算符实现。例如，将两个列表相加，可以使用下面的代码。

```
01    verse1 = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02    verse2 = ["青青园中葵","朝露待日晞","阳春布德泽","万物生光辉","常恐秋节至","焜黄华叶衰",
03               "百川东到海","何时复西归","少壮不努力","老大徒伤悲"]
04    print(verse1+verse2)
```

运行上面的代码，将输出以下内容：

```
['自古逢秋悲寂寥', '我言秋日胜春朝', '晴空一鹤排云上', '便引诗情到碧霄', '青青园中葵', '朝露待日晞', '阳春布德泽', '万物生光辉', '常恐秋节至', '焜黄华叶衰', '百川东到海', '何时复西归', '少壮不努力', '老大徒伤悲']
```

从上面的输出结果中可以看出，两个列表被合为一个列表了。



说明

在进行序列相加时，相同类型的序列是指，同为列表、元组、字符串等，序列中的元素类型可以不同。例如，下面的代码也是正确的。

```
01    num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
03    print(num + verse)
```

但是不能是列表和元组相加，或者列表和字符串相加。例如，下面的代码就是错误的。

```
01    num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02    print(num + "输出是 7 的倍数的数")
```

上面的代码，在运行后，将产生如图 5.3 所示的异常信息。

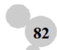
```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\datatype_test.py", line 2, in <module>
    print(num + "输出是7的倍数的数")
TypeError: can only concatenate list (not "str") to list
>>>
```

图 5.3　将列表和字符串相加产生的异常信息

5.1.4 乘法



在 Python 中，使用数字 n 乘以一个序列会生成新的序列。新序列的内容为原来序列被重复 n 次的



结果。例如，下面的代码，将实现将一个序列乘以 3 后生成一个新的序列并输出，从而达到重要事情说 3 遍的效果。

```
01    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝"]
02    print( verse * 3)
```

运行上面的代码，将显示以下内容：

```
['自古逢秋悲寂寥', '我言秋日胜春朝', '自古逢秋悲寂寥', '我言秋日胜春朝', '自古逢秋悲寂寥', '我言秋日胜春朝']
```

在进行序列的乘法（Multiplying）运算时，还可以实现初始化指定长度列表的功能。例如下面的代码，将创建一个长度为 5 的列表，列表的每个元素都是 None，表示什么都没有。

```
01    emptylist = [None]*5
02    print(emptylist)
```

运行上面的代码，将显示以下内容：

```
[None, None, None, None, None]
```

5.1.5　检查某个元素是否是序列的成员（元素）



在 Python 中，可以使用 in 关键字检查某个元素是否是序列的成员，即检查某个元素是否包含在该序列中。语法格式如下：

```
value in sequence
```

其中，value 表示要检查的元素；sequence 表示指定的序列。

例如，要检查名称为 verse 的序列中，是否包含元素“晴空一鹤排云上”，可以使用下面的代码。

```
01    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02    print("晴空一鹤排云上" in verse)
```

运行上面的代码，将显示 True，表示在序列中存在指定的元素。

另外，在 Python 中，也可以使用 not in 关键字实现检查某个元素是否不包含在指定的序列中。例如下面的代码，将显示 False。

```
01    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02    print("晴空一鹤排云上"   not in verse)
```

5.1.6　计算序列的长度、最大值和最小值



在 Python 中，提供了内置函数计算序列的长度、最大值和最小值。分别是：使用 len()函数计算序

列的长度，即返回序列包含多少个元素；使用 max()函数返回序列中的最大元素；使用 min()函数返回序列中的最小元素。

例如，定义一个包括 9 个元素的列表，并通过 len()函数计算列表的长度，可以使用下面的代码。

```
01  num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02  print("序列 num 的长度为",len(num))
```

运行上面的代码，将显示“序列 verse 的长度为 9”。

例如，定义一个包括 9 个元素的列表，并通过 max()函数计算列表的最大元素，可以使用下面的代码。

```
01  num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02  print("序列",num,"中最大值为",max(num))
```

运行上面的代码，将显示以下结果。

```
序列 [7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63] 中最大值为 63
```

例如，定义一个包括 9 个元素的列表，并通过 min()函数计算列表的最小元素，可以使用下面的代码。

```
01  num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02  print("序列",num,"中最小值为",min(num))
```

运行上面的代码，将显示以下结果。

```
序列 [7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63] 中最小值为 7
```

除了上面介绍的 3 个内置函数，Python 还提供了如表 5.1 所示的内置函数。

表 5.1　Python 提供的内置函数及其说明

函　　数	说　　明
list()	将序列转换为列表
str()	将序列转换为字符串
sum()	计算元素和
sorted()	对元素进行排序
reversed()	反向序列中的元素
enumerate()	将序列组合为一个索引序列，多用在 for 循环中

5.2　列　　表

对于歌曲列表（list）大家一定很熟悉，在列表中记录着要播放歌曲的名称，如图 5.4 所示，即为手机 App 的歌曲列表页面。

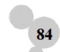




图 5.4　歌曲列表

Python 中的列表和歌曲列表类似，也是由一系列按特定顺序排列的元素组成。它是 Python 中内置的可变序列。在形式上，列表的所有元素都放在一对中括号“[]”中，两个相邻元素间使用逗号“,”分隔。在内容上，可以将整数、实数、字符串、列表、元组等任何类型的内容放入列表中，并且同一个列表中，元素的类型可以不同，因为它们之间没有任何关系。由此可见，Python 中的列表是非常灵活的，这一点与其他语言是不同的。

5.2.1　列表的创建和删除



在 Python 中提供了多种创建列表的方法，下面分别进行介绍。

1. 使用赋值运算符直接创建列表

同其他类型的 Python 变量一样，创建列表时，也可以使用赋值运算符“=”直接将一个列表赋值给变量。具体的语法格式如下：

```
listname = [element 1,element 2,element 3,...,element n]
```

其中，listname 表示列表的名称，可以是任何符合 Python 命名规则的标识符；element 1、element 2、element 3、element n 表示列表中的元素，个数没有限制，并且只要是 Python 支持的数据类型就可以。

例如，下面定义的都是合法的列表。

```
01    num = [7,14,21,28,35,42,49,56,63]
02    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
03    untitle = ['Python',28,"人生苦短，我用 Python",["爬虫","自动化运维","云计算","Web 开发"]]
04    python = ['优雅',"明确",'''简单''']
```



说明

在使用列表时，虽然可以将不同类型的数据放入同一个列表中，但是通常情况下，我们不这样做，而是在一个列表中只放入一种类型的数据。这样可以提高程序的可读性。

2. 创建空列表

在 Python 中，也可以创建空列表，例如，要创建一个名称为 emptylist 的空列表，可以使用下面的代码：

```
emptylist = []
```

3. 创建数值列表

在 Python 中，数值列表很常用。例如，在考试系统中记录学生的成绩，或者在游戏中记录每个角色的位置，各个玩家的得分情况等。在 Python 中，可以使用 list()函数直接将 range()函数循环出来的结果转换为列表。

说明

关于 range()函数的详细介绍请参见 4.3.2 节。

list()函数的基本语法如下：

```
list(data)
```

其中，data 表示可以转换为列表的数据，其类型可以是 range 对象、字符串、元组或者其他可迭代类型的数据。

例如，创建一个 10~20（不包括 20）中所有偶数的列表，可以使用下面的代码。

```
list(range(10, 20, 2))
```

运行上面的代码后，将得到下面的列表。

```
[10, 12, 14, 16, 18]
```



说明

使用 list()函数不仅能通过 range 对象创建列表，还可以通过其他对象创建列表。

4. 删除列表

对于已经创建的列表，不再使用时，可以使用 del 语句将其删除。语法格式如下：



```
del listname
```

其中，listname 为要删除列表的名称。


说明

del 语句在实际开发时，并不常用。因为 Python 自带的垃圾回收机制会自动销毁不用的列表，所以即使我们不手动将其删除，Python 也会自动将其回收。

例如，定义一个名称为 verse 的列表，然后再应用 del 语句将其删除，可以使用下面的代码。

```
01    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02    del verse
```

常见错误：在删除列表前，一定要保证输入的列表名称是已经存在的，否则将出现如图 5.5 所示的错误。

```
>>> del verse
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#0>", line 1, in <module>
    del verse
NameError: name 'verse' is not defined
>>>
```

图 5.5　删除的列表不存在产生的异常信息

5.2.2　访问列表元素



在 Python 中，如果想将列表的内容输出也比较简单，可以直接使用 print()函数。例如，要想打印上面列表中的 untitle 列表，则可以使用下面的代码。

```
print(untitle)
```

执行结果如下：

```
['Python', 28, '人生苦短，我用 Python', ['爬虫', '自动化运维', '云计算', 'Web 开发', '游戏']]
```

从上面的执行结果中可以看出，在输出列表时，是包括左右两侧的中括号的。如果不想输出全部的元素，也可以通过列表的索引获取指定的元素。例如，要获取列表 untitle 中索引为 2 的元素，可以使用下面的代码。

```
print(untitle[2])
```

执行结果如下：

```
人生苦短，我用 Python
```

从上面的执行结果中可以看出，在输出单个列表元素时，不包括中括号，如果是字符串，还不包括

左右的引号。

【例 5.1】 输出每日一帖。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 tips.py 的文件，然后在该文件中导入日期时间类，然后定义一个列表（保存 7 条励志文字作为每日一帖的内容），再获取当前的星期，最后将当前的星期作为列表的索引，输出元素内容，代码如下：

```
01  import datetime                                   # 导入日期时间类
02  # 定义一个列表
03  mot = ["坚持下去不是因为我很坚强，而是因为我别无选择",
04          "含泪播种的人一定能笑着收获",
05          "做对的事情比把事情做对重要",
06          "命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯",
07          "明日永远新鲜如初，纤尘不染",
08          "求知若饥，虚心若愚",
09          "成功将属于那些从不说“不可能”的人"]
10  day=datetime.datetime.now().weekday()             # 获取当前星期
11  print(mot[day])                                   # 输出每日一帖
```

说明

在上面的代码中，datetime.datetime.now()方法用于获取当前日期，而 weekday()方法则是从日期时间对象中获取星期，其值为 0～6 中的一个，为 0 时代表星期一，为 1 时代表星期二，依此类推，为 6 时代表星期日。

运行结果如图 5.6 所示。

```
坚持下去不是因为我很坚强，而是因为我别无选择
>>>
```

图 5.6　根据星期输出每日一帖

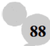
说明

上面介绍的是访问列表中的单个元素。实际上，列表还可以通过切片操作实现处理列表中的部分元素。关于切片的详细介绍请参见 5.1.2 节。

5.2.3　遍历列表



遍历列表中的所有元素是常用的一种操作，在遍历的过程中可以完成查询、处理等功能。在生活中，如果想要去商场买一件衣服，就需要在商场中逛一遍，看是否有想要的衣服，逛商场的过程就相当于列表的遍历操作。在 Python 中，遍历列表的方法有多种，下面介绍两种常用的方法。



1. 直接使用 for 循环实现

直接使用 for 循环遍历列表，只能输出元素的值。它的语法格式如下：

```
for item in listname:
    # 输出 item
```

其中，item 用于保存获取到的元素值，要输出元素内容时，直接输出该变量即可；listname 为列表名称。

例如，定义一个保存一首古诗的列表，然后通过 for 循环遍历该列表，并输出各个诗句，代码如下：

```
01  print(" "*2,"秋词")
02  verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
03  for item in verse:
04      print(item)
```

执行上面的代码，将显示如图 5.7 所示的结果。

```
  秋词
自古逢秋悲寂寥
我言秋日胜春朝
晴空一鹤排云上
便引诗情到碧霄
>>>
```

图 5.7　通过 for 循环遍历列表

2. 使用 for 循环和 enumerate()函数实现

使用 for 循环和 enumerate()函数可以实现同时输出索引值和元素内容。它的语法格式如下：

```
for index,item in enumerate(listname):
    # 输出 index 和 item
```

参数说明如下：

☑ index：用于保存元素的索引；

☑ item 用于保存获取到的元素值，要输出元素内容时，直接输出该变量即可；

☑ listname 为列表名称。

例如，定义一个保存一首古诗的列表，然后通过 for 循环和 enumerate()函数遍历该列表，并输出索引和诗句，代码如下：

```
01  print(" "*3,"秋词")
02  verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
03  for index,item in enumerate(verse):
04      print(index,item)
```

执行上面的代码，将显示下面的结果。

```
   秋词
0 自古逢秋悲寂寥
1 我言秋日胜春朝
2 晴空一鹤排云上
3 便引诗情到碧霄
```

如果想实现两句一行输出各个诗句，请看下面的实例。

【例 5.2】 每两句一行输出古诗《长歌行》。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 printverse.py 的文件，并且在该文件中先输出古诗标题，然后定义一个列表（保存古诗内容），再应用 for 循环和 enumerate()函数遍历列表，在循环体中通过 if…else 语句判断是否为偶数，如果为偶数则不换行输出，否则换行输出。代码如下：

```
01  print(" "*7,"长歌行")
02  verse = ["青青园中葵","朝露待日晞","阳春布德泽","万物生光辉","常恐秋节至","焜黄华叶衰",
03           "百川东到海","何时复西归","少壮不努力","老大徒伤悲"]
04  for index,item in enumerate(verse):
05      if index%2 == 0:                         # 判断是否为偶数，为偶数时不换行
06          print(item+"，", end='')
07      else:
08          print(item+"。")                      # 换行输出
```

说明

在上面的代码中，在 print()函数中使用“, end=''”表示不换行输出，即下一条 print()函数的输出内容会和这个内容在同一行输出。

运行结果如图 5.8 所示。

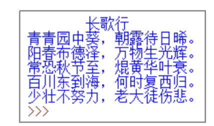


图 5.8 每两行一句输出古诗《长歌行》

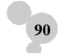
5.2.4 添加、修改和删除列表元素



添加、修改和删除列表元素也称为更新列表。在实际开发时，经常需要对列表进行更新。下面分别介绍如何实现列表元素的添加、修改和删除。

1. 添加元素

在 5.1 节序列概述中介绍了可以通过“+”号将两个序列连接，通过该方法也可以实现为列表添加元素。但是这种方法的执行速度要比直接使用列表对象的 append()方法慢，所以建议在实现添加元素时，使用列表对象的 append()方法实现。列表对象的 append()方法用于在列表的末尾追加元素，它的语法格式如下：



```
listname.append(obj)
```

其中，listname 为要添加元素的列表名称；obj 为要添加到列表末尾的对象。

例如，定义一个包括 4 个元素的列表，然后应用 append()方法向该列表的末尾再添加一个元素，可以使用下面的代码。

```
01    verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
02    len(verse)              # 获取列表的长度
03    verse.append("此诗句为刘禹锡的《秋词》")
04    len(verse)              # 获取列表的长度
05    print(verse)
```

上面的代码在 IDEL 中的执行过程如图 5.9 所示。

```
>>> verse = ["自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄"]
>>> len(verse)
4
>>> verse.append("此诗句为刘禹锡的《秋词》")
>>> len(verse)
5
>>> print(verse)
['自古逢秋悲寂寥', '我言秋日胜春朝', '晴空一鹤排云上', '便引诗情到碧霄', '此诗句为刘禹锡的《秋词》']
>>>
```

图 5.9　向列表中添加元素

下面通过一个具体的实例演示为列表添加元素的应用。

场景模拟：在 20 世纪 50 年代早期，Bryan Thwaites（史威兹）担任教师时，要求学生计算一组数列，其规则为：当某数是偶数时，将其除以 2；如果是奇数，则先乘以 3 再加 1。根据当时学生的探讨及史威兹本人的研究，这个序列最后必定会是数字 1，并且出现 1 以后，又会按照“4→2→1”进行循环下去。所以将 1 视为这个序列的终点。本实例将创建一个列表，用于存储符合这个条件的序列。

【例 5.3】 创建符合 Bryan Thwaites 要求的列表。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 numberlist.py 的文件，然后在该文件中定义一个空列表，并定义一个表示初始值的变量 a，让其等于 6，然后创建一个无限循环，在该循环中，判断 a 是否为偶数，如果为偶数，则让其除以 2，结果再赋值给 a，否则让其乘以 3 再加 1，结果也赋值给 a，直到 a 等于 1 时，使用 break 语句跳出循环，另外在每次循环时，还需要把 a 的值添加到列表中，最后输出列表，代码如下：

```
01    numberlist=[]                    # 定义一个空列表
02    a=6                              # 设置初始值
03    while True:
04        if a%2==0:                   # 如果为偶数
05            a=a//2
06        else:                        # 如果为奇数
07            a=a*3+1
08        numberlist.append(a)         # 将生成的数添加到列表中
```

```
09        if a==1:
10            break;                   # 跳出循环
11    print("这个列表是",numberlist)        # 输出列表
```



说明

在上面的代码中，之所以使用 a//2，是因为这样代表整除，可以得到整数。

运行结果如图 5.10 所示。

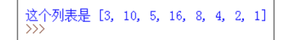


图 5.10　创建符合 Bryan Thwaites 要求的列表



说明

在本实例中，设置的初始值是 6，有兴趣的读者可以换为其他的数字试试。

说明

列表对象除了提供 append()方法向列表中添加元素外，还提供了 insert()方法向列表中添加元素。该方法用于向列表的指定位置插入元素。但是由于该方法的执行效率没有 append()方法高，所以不推荐这种方法。

上面介绍的是向列表中添加一个元素，如果想要将一个列表中的全部元素添加到另一个列表中，可以使用列表对象的 extend()方法实现。extend()方法的具体语法如下：

```
listname.extend(seq)
```

其中，listname 为原列表；seq 为要添加的列表。语句执行后，seq2 的内容将追加到 listname 的后面。

例如，创建两个列表，然后应用 extend()方法将第一个列表添加到第二个列表中，具体代码如下：

```
01    verse1 = ["常记溪亭日暮","沉醉不知归路","兴尽晚回舟","误入藕花深处","争渡","争渡","惊起一滩鸥鹭"]
02    verse2 = ["李清照","如梦令"]
03    verse2.extend(verse1)
04    print(verse2)
```

上面的代码运行后，将显示下面的内容。

```
['李清照', '如梦令', '常记溪亭日暮', '沉醉不知归路', '兴尽晚回舟', '误入藕花深处', '争渡', '争渡', '惊起一滩鸥鹭']
```



2. 修改元素

修改列表中的元素只需要通过索引获取该元素，然后再为其重新赋值即可。例如，定义一个保存 3 个元素的列表，然后修改索引值为 2 的元素，代码如下：

```
01  verse = ["长亭外","古道边","芳草碧连天"]
02  print(verse)
03  verse[2] = "一行白鹭上青天"      # 修改列表的第 3 个元素
04  print(verse)
```

上面的代码在 IDEL 中的执行过程如图 5.11 所示。

```
>>> verse = ["长亭外","古道边","芳草碧连天"]
>>> print(verse)
['长亭外', '古道边', '芳草碧连天']
>>> verse[2] = "一行白鹭上青天"
>>> print(verse)
['长亭外', '古道边', '一行白鹭上青天']
>>>
```

图 5.11　修改列表的指定元素

3. 删除元素

删除元素主要有两种情况，一种是根据索引删除，另一种是根据元素值进行删除。下面分别进行介绍。

（1）根据索引删除

删除列表中的指定元素和删除列表类似，也可以使用 del 语句实现。所不同的就是在指定列表名称时，换为列表元素。例如，定义一个保存 3 个元素的列表，删除最后一个元素，可以使用下面的代码。

```
01  verse = ["长亭外","古道边","芳草碧连天"]
02  del verse[-1]
03  print(verse)
```

上面的代码在 IDLE 中的执行过程如图 5.12 所示。

```
>>> verse = ["长亭外","古道边","芳草碧连天"]
>>> del verse[-1]
>>> print(verse)
['长亭外', '古道边']
>>>
```

图 5.12　删除列表的指定元素

（2）根据元素值删除

如果想要删除一个不确定其位置的元素（即根据元素值删除），可以使用列表对象的 remove()方法实现。例如，要删除列表中内容为“古道边”的元素，可以使用下面的代码。

```
01  verse = ["长亭外","古道边","芳草碧连天"]
02  verse.remove("古道边")
```

使用列表对象的 remove()方法删除元素时，如果指定的元素不存在，将出现如图 5.13 所示的异常信息。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 3, in <module>
    verse.remove("争渡1")
ValueError: list.remove(x): x not in list
>>>
```

图 5.13　删除不存的元素时出现的异常信息

所以在使用 remove()方法删除元素前，最好先判断该元素是否存在，改进后的代码如下：

```
01  verse = ["常记溪亭日暮","沉醉不知归路","兴尽晚回舟","误入藕花深处","争渡","争渡","惊起一滩鸥鹭"]
02  value = "争渡 1"              # 指定要移除的元素
03  if verse.count(value)>0:      # 判断要删除的元素是否存在
04      verse.remove(value)       # 移除指定的元素
05  print(verse)
```



说明

列表对象的 count()方法用于判断指定元素出现的次数，返回结果为 0 时，表示不存在该元素。关于 count()方法的详细介绍请参见 5.2.5 节。

执行上面的代码后，将显示下面的列表原有内容：

```
['常记溪亭日暮', '沉醉不知归路', '兴尽晚回舟', '误入藕花深处', '争渡', '争渡', '惊起一滩鸥鹭']
```

5.2.5　对列表进行统计计算



Python 的列表提供了内置的一些函数来实现统计计算方面的功能。下面介绍常用的功能。

1. 获取指定元素出现的次数

使用列表对象的 count()方法可以获取指定元素在列表中的出现次数。基本语法格式如下：

```
listname.count(obj)
```

其中，listname 表示列表的名称；obj 表示要判断是否存在的对象，这里只能进行精确匹配，即不能是元素值的一部分。

例如，创建一个列表，内容为李清照的《如梦令》中的诗句，然后应用列表对象的 count()方法判断元素“争渡”出现的次数，代码如下：

```
01  verse = ["常记溪亭日暮","沉醉不知归路","兴尽晚回舟","误入藕花深处","争渡","争渡","惊起一滩鸥鹭"]
02  num = verse.count("争渡")
```



```
03    print(num)
```

上面的代码运行后，将显示 2，表示在列表 verse 中“争渡”出现了两次。

2. 获取指定元素首次出现的下标

使用列表对象的 index()方法可以获取指定元素在列表中首次出现的位置（即索引）。基本语法格式如下：

```
listname.index(obj)
```

参数说明如下：

☑ listname：表示列表的名称；

☑ obj：表示要查找的对象，这里只能进行精确匹配。如果指定的对象不存在，则抛出如图 5.14 所示的异常；

☑ 返回值：首次出现的索引值。

```
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#15>", line 1, in <module>
    print(verse.index("归"))
ValueError: '归' is not in list
```

图 5.14　查找对象不存在时抛出的异常

例如，创建一个列表，内容为李清照的《如梦令》中的诗句，然后应用列表对象的 index()方法判断元素“争渡”首次出现的位置，代码如下：

```
01    verse = ["常记溪亭日暮","沉醉不知归路","兴尽晚回舟","误入藕花深处","争渡","争渡","惊起一滩鸥鹭"]
02    position = verse.index("争渡")
03    print(position)
```

上面的代码运行后，将显示 4，表示“争渡”在列表 verse 中首次出现的索引位置是 4。

3. 统计数值列表的元素和

在 Python 中，提供了 sum()函数用于统计数值列表中各元素的和。语法格式如下：

```
sum(iterable[,start])
```

参数说明如下：

☑ iterable：表示要统计的列表；

☑ start：表示统计结果是从哪个数开始（即将统计结果加上 start 所指定的数），是可选参数，如果没有指定，默认值为 0。

例如，定义一个保存 10 名学生语文成绩的列表，然后应用 sum()函数统计列表中元素的和，即统计总成绩，然后输出，代码如下：

```
01    grade = [98,99,97,100,100,96,94,89,95,100]          # 10 名学生语文成绩列表
02    total = sum(grade)                                  # 计算总成绩
```

```
03    print("语文总成绩为：",total)
```

上面的代码执行后，将显示“语文总成绩为： 968”。

5.2.6 对列表进行排序



在实际开发时，经常需要对列表进行排序。Python 中提供了两种常用的对列表进行排序的方法。下面分别进行介绍。

1. 使用列表对象的 sort()方法实现

列表对象提供了 sort()方法用于对原列表中的元素进行排序。排序后原列表中的元素顺序将发生改变。列表对象的 sort()方法的语法格式如下：

```
listname.sort(key=None, reverse=False)
```

参数说明如下：

- ☑ listname：表示要进行排序的列表；
- ☑ key：表示指定一个从每个列表元素中提取一个比较键（例如，设置“key=str.lower”表示在排序时不区分字母大小写）；
- ☑ reverse：可选参数，如果将其值指定为 True，则表示降序排列，如果为 False，则表示升序排列。默认为升序排列。

例如，定义一个保存 10 名学生语文成绩的列表，然后应用 sort()方法对其进行排序，代码如下：

```
01    grade = [98,99,97,100,100,96,94,89,95,100]          # 10 名学生语文成绩列表
02    print("原列表：",grade)
03    grade.sort()                                        # 进行升序排列
04    print("升    序：",grade)
05    grade.sort(reverse=True)                            # 进行降序排列
06    print("降    序：",grade)
```

执行上面的代码，将显示以下内容。

```
原列表：[98, 99, 97, 100, 100, 96, 94, 89, 95, 100]
升    序：[89, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 100, 100]
降    序：[100, 100, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 89]
```

使用 sort()方法进行数值列表的排序比较简单，但是使用 sort()方法对字符串列表进行排序时，采用的规则是先对大写字母进行排序，然后再对小写字母进行排序。如果想要对字符串列表进行排序（不区分大小写时），需要指定其 key 参数。例如，定义一个保存英文字符串的列表，然后应用 sort()方法对其进行升序排列，可以使用下面的代码。

```
01    char = ['cat','Tom','Angela','pet']
02    char.sort()                             # 默认区分字母大小写
```



```
03    print("区分字母大小写：",char)
04    char.sort(key=str.lower)          # 不区分字母大小写
05    print("不区分字母大小写：",char)
```

运行上面的代码，将显示以下内容。

```
区分字母大小写：  ['Angela', 'Tom', 'cat', 'pet']
不区分字母大小写：  ['Angela', 'cat', 'pet', 'Tom']
```

说明

采用 sort()方法对列表进行排序时，对于中文支持不好。排序的结果与我们常用的按拼音或者笔画都不一致。如果需要实现对中文内容的列表排序，还需要重新编写相应的方法进行处理，不能直接使用 sort()方法。

2. 使用内置的 sorted()函数实现

在 Python 中，提供了一个内置的 sorted()函数，用于对列表进行排序。使用该函数进行排序后，原列表的元素顺序不变。sorted()函数的语法格式如下：

```
sorted(iterable, key=None, reverse=False)
```

参数说明如下：

☑ iterable：表示要进行排序的列表名称；

☑ key：表示指定从每个元素中提取一个用于比较的键（例如，设置“key=str.lower”表示在排序时不区分字母大小写）；

☑ reverse：可选参数，如果将其值指定为 True，则表示降序排列，如果为 False，则表示升序排列。默认为升序排列。

例如，定义一个保存 10 名学生语文成绩的列表，然后应用 sorted()函数对其进行排序，代码如下：

```
01    grade = [98,99,97,100,100,96,94,89,95,100]    # 10 名学生语文成绩列表
02    grade_as = sorted(grade)                      # 进行升序排列
03    print("升序：",grade_as)
04    grade_des = sorted(grade,reverse = True)      # 进行降序排列
05    print("降序：",grade_des)
06    print("原序列：",grade)
```

执行上面的代码，将显示以下内容。

```
升序：[89, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 100, 100]
降序：[100, 100, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 89]
原序列：[98, 99, 97, 100, 100, 96, 94, 89, 95, 100]
```



列表对象的 sort()方法和内置 sorted()函数的作用基本相同，所不同的就是使用 sort()方法时，会改变原列表的元素排列顺序，但是使用 sorted()函数时，会建立一个原列表的副本，该副本为排序后的列表。

5.2.7　列表推导式



使用列表推导式可以快速生成一个列表，或者根据某个列表生成满足指定需求的列表。列表推导式通常有以下几种常用的语法格式。

（1）生成指定范围的数值列表，语法格式如下：

```
list = [Expression for var in range]
```

参数说明如下：

☑ list：表示生成的列表名称；

☑ Expression：表达式，用于计算新列表的元素；

☑ var：循环变量；

☑ range：采用 range()函数生成的 range 对象。

例如，要生成一个包括 10 个随机数的列表，要求数的范围在 10~100（包括 100），具体代码如下：

```
01  import random                                                    #导入 random 标准库
02  randomnumber = [random.randint(10,100) for i in range(10)]
03  print("生成的随机数为：",randomnumber)
```

执行结果如下：

```
生成的随机数为：[38, 12, 28, 26, 58, 67, 100, 41, 97, 15]
```

（2）根据列表生成指定需求的列表，语法格式如下：

```
newlist = [Expression for var in list]
```

参数说明如下：

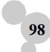
☑ newlist：表示新生成的列表名称；

☑ Expression：表达式，用于计算新列表的元素；

☑ var：变量，值为后面列表的每个元素值；

☑ list：用于生成新列表的原列表。

例如，定义一个记录商品价格的列表，然后应用列表推导式生成一个将全部商品价格打五折的列表，具体代码如下：



```
01    price = [1200,5330,2988,6200,1998,8888]
02    sale = [int(x*0.5) for x in price]
03    print("原价格：",price)
04    print("打五折的价格：",sale)
```

执行结果如下：

```
原价格：  [1200, 5330, 2988, 6200, 1998, 8888]
打五折的价格：  [600, 2665, 1494, 3100, 999, 4444]
```

（3）从列表中选择符合条件的元素组成新的列表，语法格式如下：

```
newlist = [Expression for var in list if condition]
```

参数说明如下：

☑　newlist：表示新生成的列表名称；

☑　Expression：表达式，用于计算新列表的元素；

☑　var：变量，值为后面列表的每个元素值；

☑　list：用于生成新列表的原列表；

☑　condition：条件表达式，用于指定筛选条件。

例如，定义一个记录商品价格的列表，然后应用列表推导式生成一个商品价格高于 5000 的列表，具体代码如下：

```
01    price = [1200,5330,2988,6200,1998,8888]
02    sale = [x for x in price if x>5000]
03    print("原列表：",price)
04    print("价格高于 5000 的：",sale)
```

执行结果如下：

```
原列表：  [1200, 5330, 2988, 6200, 1998, 8888]
价格高于 5000 的：  [5330, 6200, 8888]
```

5.2.8　二维列表



在 Python 中，由于列表元素可以是列表，所以它也支持二维列表的概念。那么什么是二维列表呢？前文提到酒店有很多房间，这些房间都可以构成一个列表，如果这个酒店有 500 个房间，那么拿到 499 号房钥匙的旅客可能就不高兴了，从 1 号房走到 499 号房要花好长时间，因此酒店设置了很多楼层，每个楼层都会有很多房间，形成一个立体的结构，把大量的房间均摊到每个楼层，这种结构就是二维列表结构。使用二维列表结构表示酒店每个楼层的房间号的效果如图 5.15 所示。

二维列表中的信息以行和列的形式表示，第一个下标代表元素所在的行，第二个下标代表元素所在的列。

楼层	房间号						
一楼	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107
二楼	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107
三楼	3101	3102	3103	3104	3105	3106	3107
四楼	4101	4102	4103	4104	4105	4106	4107
五楼	5101	5102	5103	5104	5105	5106	5107
六楼	6101	6102	6103	6104	6105	6106	6107
七楼	7101	7102	7103	7104	7105	7106	7107

图 5.15　二维列表结构的楼层房间号

在 Python 中，创建二维列表有以下 3 种常用的方法。

1. 直接定义二维列表

在 Python 中，二维列表就是包含列表的列表。即一个列表的每个元素又都是一个列表。例如，下面的列表就是二维列表。

```
[['移', '舟', '泊', '烟', '渚'],
['日', '暮', '客', '愁', '新'],
['野', '旷', '天', '低', '树'],
['江', '清', '月', '近', '人']]
```

所以在创建二维列表时，可以直接使用下面的语法格式进行定义。

```
listname = [[元素 11, 元素 12, 元素 13, ..., 元素 1n],
 [元素 21, 元素 22, 元素 23, ..., 元素 2n],
 ...,
 [元素 n1, 元素 n2, 元素 n3, ..., 元素 nn]]
```

参数说明如下：

☑ listname：表示生成的列表名称；

☑ [元素 11，元素 12，元素 13，...，元素 1n]：表示二维列表的第一行，也是一个列表。其中元素 11、元素 12……代表第一行中的列；

☑ [元素 21，元素 22，元素 23, ...，元素 2n]：表示二维列表的第二行；

☑ [元素 n1，元素 n2，元素 n3, ...，元素 nn]：表示二维列表的第 n 行。

例如，定义一个包含 4 行 5 列的二维列表，可以使用下面的代码。

```
01    verse = [['移', '舟', '泊', '烟', '渚'], ['日', '暮', '客', '愁', '新'],
02    ['野', '旷', '天', '低', '树'], ['江', '清', '月', '近', '人']]
```

上面的代码，将创建以下二维列表。

```
[['移', '舟', '泊', '烟', '渚'], ['日', '暮', '客', '愁', '新'], ['野', '旷', '天', '低', '树'], ['江', '清', '月', '近', '人']]
```

2. 使用嵌套的 for 循环创建

创建二维列表，可以使用嵌套的 for 循环实现。例如，创建一个包含 4 行 5 列的二维列表，可以使用下面的代码。

```
01  arr = []                      # 创建一个空列表
02  for i in range(4):
03      arr.append([])            # 在空列表中再添加一个空列表
04      for j in range(5):
05          arr[i].append(j)      # 为内层列表添加元素
```

上面代码在执行后，将创建以下二维列表。

```
[[0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4]]
```

3. 使用列表推导式创建

使用列表推导式也可以创建二维列表，而且这种方法也是推荐的方法，因为它比较简洁。例如，使用列表推导式创建一个包含 4 行 5 列的二维列表可以使用下面的代码。

```
arr = [[j for j in range(5)] for i in range(4)]
```

上面代码在执行后，将创建以下二维列表。

```
[[0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4], [0, 1, 2, 3, 4]]
```

创建二维数组后，可以通过以下语法格式访问列表中的元素。

```
listname[下标 1][下标 2]
```

参数说明如下：

☑ listname：表示列表名称；

☑ 下标 1：表示列表中第几行，下标值从 0 开始，即第一行的下标为 0；

☑ 下标 2：表示列表中第几列，下标值从 0 开始，即第一列的下标为 0。

例如，要访问二维列表中的第 2 行、第 4 列，可以使用下面的代码。

```
verse[1][3]
```

下面通过一个具体的实例演示二维列表的应用。

【例 5.4】 使用二维列表输出不同版式的古诗《宿建德江》。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 printverse.py 的文件，然后在该文件中首先定义 4 个字符串，内容为古诗《宿建德江》的诗句，并定义一个二维列表，然后应用嵌套的 for 循环将古诗以横版方式输出，再将二维列表进行逆序排列，最后应用嵌套的 for 循环将古诗以竖版方式输出，代码如下：

```
01  str1 = "移舟泊烟渚"
02  str2 = "日暮客愁新"
03  str3 = "野旷天低树"
```

```
04    str4 = "江清月近人"
05    verse = [list(str1), list(str2), list(str3), list(str4)]          # 定义一个二维列表
06    print("\n-- 横版 --\n")
07    for i in range(4):                                                # 循环古诗的每一行
08        for j in range(5):                                            # 循环每一行的每个字（列）
09            if j == 4:                                                # 如果是一行中的最后一个字
10                print(verse[i][j])                                    # 换行输出
11            else:
12                print(verse[i][j], end="")                            # 不换行输出
13
14    verse.reverse()                                                   # 对列表进行逆序排列
15    print("\n-- 竖版 --\n")
16    for i in range(5):                                                # 循环每一行的每个字（列）
17        for j in range(4):                                            # 循环新逆序排列后的第一行
18            if j == 3:                                                # 如果是最后一行
19                print(verse[j][i])                                    # 换行输出
20            else:
21                print(verse[j][i], end="")                            # 不换行输出
```

说明

在上面的代码中，list()函数用于将字符串转换为列表；列表对象的 reverse()方法用于对列表进行逆序排列，即将列表的最后一个元素移到第一个，倒数第二个元素移到第二个，依此类推。

运行结果如图 5.16 所示。

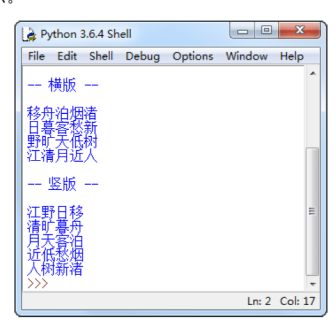
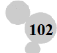


图 5.16　使用二维列表输出古诗《宿建德江》



5.3　元　　组

元组（tuple）是 Python 中另一个重要的序列结构，与列表类似，也是由一系列按特定顺序排列的元素组成。但是它是不可变序列。因此，元组也可以称为不可变的列表。在形式上，元组的所有元素都放在一对小括号“()”中，两个相邻元素间使用逗号“,”分隔。在内容上，可以将整数、实数、字符串、列表、元组等任何类型的内容放入元组中，并且同一个元组中，元素的类型可以不同，因为它们之间没有任何关系。通常情况下，元组用于保存程序中不可修改的内容。

说明

从元组和列表的定义上看，这两种结构比较相似，那么它们之间有哪些区别呢？它们之间的主要区别就是一个是不可变序列，一个是可变序列。即元组中的元素不可以单独修改，而列表则可以任意修改。

5.3.1　元组的创建和删除



在 Python 中提供了多种创建元组的方法，下面分别进行介绍。

1. 使用赋值运算符直接创建元组

同其他类型的 Python 变量一样，创建元组时，也可以使用赋值运算符“=”直接将一个元组赋值给变量。具体的语法格式如下：

```
tuplename = (element 1,element 2,element 3,...,element n)
```

其中，tuplename 表示元组的名称，可以是任何符合 Python 命名规则的标识符；element 1、element 2、element 3、element n 表示元组中的元素，个数没有限制，并且只要是 Python 支持的数据类型就可以。

注意

创建元组的语法与创建列表的语法类似，只是创建列表时使用的是中括号“[]”，而创建元组时使用的是小括号“()”。

例如，下面定义的都是合法的元组。

```
01  num = (7,14,21,28,35,42,49,56,63)
02  ukguzheng = ("渔舟唱晚","高山流水","出水莲","汉宫秋月")
03  untitle = ('Python',28,("人生苦短","我用 Python"),["爬虫","自动化运维","云计算","Web 开发"])
04  python = ('优雅',"明确",'''简单''')
```

在 Python 中，虽然元组是使用一对小括号将所有的元素括起来。但是实际上，小括号并不是必需的，只要将一组值用逗号分隔开来，Python 就可以认为它是元组。例如，下面的代码定义的也是元组。

```
ukguzheng = "渔舟唱晚","高山流水","出水莲","汉宫秋月"
```

在 IDLE 中输出该元组后，将显示以下内容。

```
('渔舟唱晚', '高山流水', '出水莲', '汉宫秋月')
```

如果要创建的元组只包括一个元素，则需要在定义元组时，在元素的后面加一个逗号“,”。例如，下面的代码定义的就是包括一个元素的元组。

```
verse = ("一片冰心在玉壶",)
```

在 IDLE 中输出 verse，将显示以下内容。

```
('一片冰心在玉壶',)
```

而下面的代码，则表示定义一个字符串。

```
verse = ("一片冰心在玉壶")
```

在 IDLE 中输出 verse，将显示以下内容。

```
一片冰心在玉壶
```

说明

在 Python 中，可以使用 type()函数测试变量的类型。例如下面的代码：

```
01  verse1 = ("一片冰心在玉壶",)
02  print("verse1 的类型为",type(verse1))
03  verse2 = ("一片冰心在玉壶")
04  print("verse2 的类型为",type(verse2))
```

在 IDLE 中执行上面的代码，将显示以下内容。

```
verse1 的类型为 <class 'tuple'>
verse2 的类型为 <class 'str'>
```

2. 创建空元组

在 Python 中，也可以创建空元组，例如，要创建一个名称为 emptytuple 的空元组，可以使用下面的代码：

```
emptytuple = ()
```

空元组可以应用在为函数传递一个空值或者返回空值时。例如，定义一个函数必须传递一个元组类型的值，而我们还不想为它传递一组数据，那么就可以创建一个空元组传递给它。



3. 创建数值元组

在 Python 中，可以使用 tuple()函数直接将 range()函数循环出来的结果转换为数值元组。

> **说明**
> 关于 range()函数的详细介绍请参见 4.3.2 节。

tuple()函数的基本语法如下：

```
tuple(data)
```

其中，data 表示可以转换为元组的数据，其类型可以是 range 对象、字符串、元组或者其他可迭代类型的数据。

例如，创建一个 10~20（不包括 20）中所有偶数的元组，可以使用下面的代码。

```
tuple(range(10, 20, 2))
```

运行上面的代码后，将得到下面的列表。

```
(10, 12, 14, 16, 18)
```

> **说明**
> 使用 tuple()函数不仅能通过 range 对象创建元组，还可以通过其他对象创建元组。

4. 删除元组

对于已经创建的元组，不再使用时，可以使用 del 语句将其删除。语法格式如下：

```
del tuplename
```

其中，tuplename 为要删除元组的名称。

> **说明**
> del 语句在实际开发时，并不常用。因为 Python 自带的垃圾回收机制会自动销毁不用的元组，所以即使我们不手动将其删除，Python 也会自动将其回收。

例如，定义一个名称为 verse 的元组，然后再应用 del 语句将其删除，可以使用下面的代码。

```
01	verse = ("自古逢秋悲寂寥","我言秋日胜春朝","晴空一鹤排云上","便引诗情到碧霄")
02	del verse
```

场景模拟：假设有一家伊米咖啡馆，只提供 6 种咖啡，并且不会改变。请使用元组保存该咖啡馆里提供的咖啡名称。

【例 5.5】 使用元组保存咖啡馆里提供的咖啡名称。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 cafe_coffeename.py 的文件，然后在该文件中定义一个包含 6 个元素的元组，内容为伊米咖啡馆里的咖啡名称，并且输出该元组，代码如下：

```
01  coffeename = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡','巴西','哥伦比亚')          # 定义元组
02  print(coffeename)                                                       # 输出元组
```

运行结果如图 5.17 所示。

```
('蓝山', '卡布奇诺', '曼特宁', '摩卡', '巴西', '哥伦比亚')
>>>
```

图 5.17　使用元组保存咖啡馆里提供的咖啡名称

5.3.2　访问元组元素



在 Python 中，如果想将元组的内容输出也比较简单，可以直接使用 print()函数。例如，要想打印上面元组中的 untitle 元组，则可以使用下面的代码。

```
print(untitle)
```

执行结果如下：

```
('Python', 28, ('人生苦短', '我用 Python'), ['爬虫', '自动化运维', '云计算', 'Web 开发'])
```

从上面的执行结果中可以看出，在输出元组时，是包括左右两侧的小括号的。如果不想输出全部元素，也可以通过元组的索引获取指定的元素。例如，要获取元组 untitle 中索引为 0 的元素，可以使用下面的代码。

```
print(untitle[0])
```

执行结果如下：

```
Python
```

从上面的执行结果中可以看出，在输出单个元组元素时，不包括小括号，如果是字符串，还不包括左右的引号。

另外，对于元组也可以采用切片方式获取指定的元素。例如，要访问元组 untitle 中前 3 个元素，可以使用下面的代码。

```
print(untitle[:3])
```

执行结果如下：

```
('Python', 28, ('人生苦短', '我用 Python'))
```



同列表一样，元组也可以使用 for 循环进行遍历。下面通过一个具体的实例演示如何通过 for 循环遍历元组。

场景模拟：仍然是伊米咖啡馆，这时有客人到了，服务员向客人介绍本店提供的咖啡。

【例 5.6】 使用 for 循环列出咖啡馆里的咖啡名称。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\06**）

在 IDLE 中创建一个名称为 cafe_coffeename.py 的文件，然后在该文件中定义一个包含 6 个元素的元组，内容为伊米咖啡馆里的咖啡名称，然后应用 for 循环语句输出每个元组元素的值，即咖啡名称，并且在后面加上“咖啡”二字，代码如下：

```
01  coffeename = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡','巴西','哥伦比亚')          # 定义元组
02  print("您好，欢迎光临 ~ 伊米咖啡馆 ~\n\n 我店有：\n")
03  for name in coffeename:                                                   #遍历元组
04      print(name + "咖啡",end = " ")
```

运行结果如图 5.18 所示。

```
您好，欢迎光临 ~ 伊米咖啡馆 ~

我店有：

蓝山咖啡 卡布奇诺咖啡 曼特宁咖啡 摩卡咖啡 巴西咖啡 哥伦比亚咖啡
>>>
```

图 5.18　使用元组保存咖啡馆里提供的咖啡名称

另外，元组还可以使用 for 循环和 enumerate()函数结合进行遍历。下面通过一个具体的实例演示如何通过 for 循环和 enumerate()函数结合遍历元组。

说明

enumerate()函数用于将一个可遍历的数据对象（如列表或元组）组合为一个索引序列，同时列出数据和数据下标，一般在 for 循环中使用。

【例 5.7】 使用元组实现每两行一句输出古诗《长歌行》。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\07**）

本实例将在实例 5.2 的基础上进行修改，将列表修改为元组，其他内容不变，修改后的代码如下：

```
01  print("          长歌行")
02  verse = ("青青园中葵","朝露待日晞","阳春布德泽","万物生光辉","常恐秋节至","焜黄华叶衰",
03           "百川东到海","何时复西归","少壮不努力","老大徒伤悲")
04  for index,item in enumerate(verse):
05      if index%2 == 0:                    # 判断是否为偶数，为偶数时不换行
06          print(item+"，", end='')
07      else:
08          print(item+"。")                # 换行输出
```



说明

在上面的代码中，在 print()函数中使用“, end=''”表示不换行输出，即下一条 print()函数的输出内容会和这个内容在同一行输出。

运行结果如图 5.19 所示。

```
        长歌行
青青园中葵，朝露待日晞。
阳春布德泽，万物生光辉。
常恐秋节至，焜黄华叶衰。
百川东到海，何时复西归。
少壮不努力，老大徒伤悲。
>>>
```

图 5.19　每两行一句输出古诗《长歌行》

5.3.3　修改元组



场景模拟： 仍然是伊米咖啡馆，因为巴西咖啡断货，所以店长想要把它换成土耳其咖啡。

【例 5.8】 替换巴西咖啡为土耳其咖啡。（**实例位置：资源包\TM\sl\05\08**）

在 IDLE 中创建一个名称为 cafe_replace.py 的文件，然后在该文件中定义一个包含 6 个元素的元组，内容为伊米咖啡馆里的咖啡名称，然后修改其中的第 5 个元素的内容为“土耳其”，代码如下：

```
01  coffeename = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡','巴西','哥伦比亚')      # 定义元组
02  coffeename[4] = '土耳其'                                                  # 将“巴西”替换为“土耳其”
03  print(coffeename)
```

运行结果如图 5.20 所示。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:/program/Python/Code/cafe_replace.py", line 2, in <module>
    coffeename[4] = '土耳其'
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
>>>
```

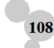
图 5.20　替换巴西咖啡为土耳其咖啡出现异常

元组是不可变序列，所以我们不能对它的单个元素值进行修改，但是元组也不是完全不能修改。我们可以对元组进行重新赋值。例如，下面的代码是允许的。

```
01  coffeename = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡','巴西','哥伦比亚')      # 定义元组
02  coffeename = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡','土耳其','哥伦比亚')    # 对元组进行重新赋值
03  print("新元组",coffeename)
```

执行结果如下。

```
新元组 ('蓝山', '卡布奇诺', '曼特宁', '摩卡', '土耳其', '哥伦比亚')
```



从上面的执行结果可以看出，元组 coffeename 的值已经改变。

另外，还可以对元组进行连接组合。例如，可以使用下面的代码实现在已经存在的元组结尾处添加一个新元组。

```
01    ukguzheng = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡')
02    print("原元组：",ukguzheng)
03    ukguzheng = ukguzheng + ('巴西','哥伦比亚')
04    print("组合后：",ukguzheng)
```

执行结果如下。

```
原元组：  ('蓝山', '卡布奇诺', '曼特宁', '摩卡')
组合后：  ('蓝山', '卡布奇诺', '曼特宁', '摩卡', '土耳其', '哥伦比亚')
```

注意

在进行元组连接时，连接的内容必须都是元组。不能将元组和字符串或者列表进行连接。例如，下面的代码就是错误的。

```
01    ukguzheng = '蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡')
02    ukguzheng = ukguzheng + ['巴西','哥伦比亚']
```

说明

在进行元组连接时，如果要连接的元组只有一个元素，一定不要忘记后面的逗号。例如，使用下面的代码将生产如图 5.21 所示的错误。

```
01    ukguzheng = ('蓝山','卡布奇诺','曼特宁','摩卡')
02    ukguzheng = ukguzheng + ('巴西')
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 2, in <module>
    ukguzheng = ukguzheng + ("巴西")
TypeError: can only concatenate tuple (not "str") to tuple
>>>
```

图 5.21　在进行元组连接时产生的异常

5.3.4　元组推导式



使用元组推导式可以快速生成一个元组，它的表现形式和列表推导式类似，只是将列表推导式中的中括号“[]”修改为小括号“()”。例如，我们可以使用下面的代码生成一个包含 10 个随机数的元组。

```
01    import random                                            #导入 random 标准库
```

```
02    randomnumber = (random.randint(10,100) for i in range(10))
03    print("生成的元组为：",randomnumber)
```

执行结果如下：

```
生成的元组为：  <generator object <genexpr> at 0x0000000003056620>
```

从上面的执行结果中可以看出，使用元组推导式生成的结果并不是一个元组或者列表，而是一个生成器对象，这一点和列表推导式是不同的。要使用该生成器对象，可以将其转换为元组或者列表。其中，转换为元组使用 tuple()函数，而转换为列表则使用 list()函数。

例如，使用元组推导式生成一个包含 10 个随机数的生成器对象，然后将其转换为元组并输出，可以使用下面的代码。

```
01    import random                                                   #导入 random 标准库
02    randomnumber = (random.randint(10,100) for i in range(10))
03    randomnumber = tuple(randomnumber)                              # 转换为元组
04    print("转换后：",randomnumber)
```

执行结果如下：

```
转换后：  (76, 54, 74, 63, 61, 71, 53, 75, 61, 55)
```

要使用通过元组推导器生成的生成器对象，还可以直接通过 for 循环遍历或者直接使用__next()__方法进行遍历。


说明

在 Python 2.x 中，__next__()方法为 next()，也是用于遍历生成器对象的。

例如，通过生成器推导式生成一个包含 3 个元素的生成器对象 number，然后调用 3 次__next__()方法输出每个元素，再将生成器对象 number 转换为元组输出，代码如下：

```
01    number = (i for i in range(3))
02    print(number.__next__())             # 输出第 1 个元素
03    print(number.__next__())             # 输出第 2 个元素
04    print(number.__next__())             # 输出第 3 个元素
05    number = tuple(number)               # 转换为元组
06    print("转换后：",number)
```

上面的代码运行后，将显示以下结果。

```
0
1
2
转换后：  ()
```

再如，通过生成器推导式生成一个包括 4 个元素的生成器对象 number，然后应用 for 循环遍历该生



成器对象，并输出每个元素的值，最后再将其转换为元组输出，代码如下：

```
01  number = (i for i in range(4))        # 生成生成器对象
02  for i in number:                      # 遍历生成器对象
03      print(i,end=" ")                  # 输出每个元素的值
04  print(tuple(number))                  # 转换为元组输出
```

执行结果如下：

```
0 1 2 3 ()
```

从上面的两个示例中可以看出，无论通过哪种方法遍历，如果还想再使用该生成器对象，都必须重新创建一个生成器对象。因为遍历后，原生成器对象已经不存在了。

5.3.5　元组与列表的区别



元组和列表都属于序列，而且它们又都可以按照特定顺序存放一组元素，类型又不受限制，只要是 Python 支持的类型都可以。那么它们之间有什么区别呢？

简单理解：列表类似于我们用铅笔在纸上写下自己喜欢的歌曲，写错了还可以擦掉。而元组则类似于用钢笔写下的歌曲名字，写上了就擦不掉了，除非换一张纸重写。

列表和元组的区别主要体现在以下 5 个方面。

（1）列表属于可变序列，它的元素可以随时修改或者删除，而元组属于不可变序列，其中的元素不可以修改，除非整体替换。

（2）列表可以使用 append()、extend()、insert()、remove()和 pop()等方法实现添加和修改列表元素，而元组则没有这几个方法，因为不能向元组中添加和修改元素。同样，也不能删除元素。

（3）列表可以使用切片访问和修改列表中的元素。元组也支持切片，但是它只支持通过切片访问元组中的元素，不支持修改。

（4）元组比列表的访问和处理速度快。所以如果只需要对其中的元素进行访问，而不进行任何修改，建议使用元组而不使用列表。

（5）列表不能作为字典的键，而元组可以。

5.4　小　　结

本章首先对 Python 中的序列及序列的常用操作进行了简要的介绍，然后重点介绍了 Python 中的列表和元组，其中，元组可以理解为被上了“枷锁”的列表，即元组中的元素不可以修改。在介绍元组和列表时还分别介绍了采用推导式来创建列表或元组。这种方式可以快速生成想要的列表和元组，如果符合条件，推荐采用该方式。

第 6 章

字典与集合

（视频讲解：86 分钟）

在第 5 章中已经介绍了两个常用的序列结构——列表和元组。本章将再介绍两个序列结构——字典和集合。其中，字典这种序列结构就像电话通讯录，可以将联系人姓名和电话号码关联起来，在需要时可以直接通过姓名找到对应的电话；而集合就像是收集了很多表情的表情包，里面的所有表情都是唯一的。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是字典**
- **掌握字典的基本操作**
- **掌握应用字典推导式生成字典的方法**
- **掌握如何创建集合**
- **掌握如何向集合中添加和删除元素**
- **掌握如何对集合进行交集、并集和差集运行**

6.1　字　　典

字典（dictionary）和列表类似，也是可变序列，不过与列表不同，它是无序的可变序列，保存的内容是以“键-值对”的形式存放的。这类似于《新华字典》，它可以把拼音和汉字关联起来。通过音节表可以快速找到想要的汉字。其中，《新华字典》里的音节表相当于键（key），而对应的汉字相当于值（value）。键是唯一的，而值可以有多个。字典在定义一个包含多个命名字段的对象时，很有用。



说明

Python 中的字典相当于 Java 或者 C++中的 Map 对象。

字典的主要特征如下。

☑　通过键而不是通过索引来读取

字典有时也称为关联数组或者散列表（hash）。它是通过键将一系列的值联系起来的，这样就可以通过键从字典中获取指定项，但不能通过索引来获取。

☑　字典是任意对象的无序集合

字典是无序的，各项是从左到右随机排序的，即保存在字典中的项没有特定的顺序。这样可以提高查找顺序。

☑　字典是可变的，并且可以任意嵌套

字典可以在原处增长或者缩短（无须生成一份拷贝），并且它支持任意深度的嵌套（即它的值可以是列表或者其他的字典）。

☑　字典中的键必须唯一

不允许同一个键出现两次，如果出现两次，则后一个值会被记住。

☑　字典中的键必须不可变

字典中的键是不可变的，所以可以使用数字、字符串或者元组，但不能使用列表。

6.1.1　字典的创建和删除



定义字典时，每个元素都包含两个部分——“键”和“值”，并且在“键”和“值”之间使用冒号分隔，相邻两个元素使用逗号分隔，所有元素放在一个大括号“{}”中。语法格式如下：

```
dictionary = {'key1':'value1', 'key2':'value2', ..., 'keyn':'valuen',}
```

参数说明如下：

☑　dictionary：表示字典名称；

☑ key1, key2, ..., keyn：表示元素的键，必须是唯一的，并且不可变，例如可以是字符串、数字或者元组；

☑ value1, value2, ..., valuen：表示元素的值，可以是任何数据类型，不是必须唯一。

例如，创建一个保存通讯录信息的字典，可以使用下面的代码。

```
01    dictionary = {'qq':'84978981','明日科技':'84978982','无语':'0431-84978981'}
02    print(dictionary)
```

执行结果如下：

```
{'qq': '84978981', '明日科技': '84978982', '无语': '0431-84978981'}
```

同列表和元组一样，也可以创建空字典。在 Python 中，可以使用下面两种方法创建空字典。

```
dictionary = {}
```

或者

```
dictionary = dict()
```

Python 的 dict()方法除了可以创建一个空字典外，还可以通过已有数据快速创建字典。主要表现为以下两种形式。

1. 通过映射函数创建字典

语法如下：

```
dictionary = dict(zip(list1,list2))
```

参数说明如下：

☑ dictionary：表示字典名称。

☑ zip()函数：用于将多个列表或元组对应位置的元素组合为元组，并返回包含这些内容的 zip 对象。如果想得到元组，可以将 zip 对象使用 tuple()函数转换为元组；如果想得到列表，则可以使用 list()函数将其转换为列表。



说明

在 Python 2.x 中，zip()函数返回的内容为包含元组的列表。

☑ list1：表示一个列表，用于指定要生成字典的键。

☑ list2：表示一个列表，用于指定要生成字典的值。如果 list1 和 list2 的长度不同，则与最短的列表长度相同。

场景模拟：某大学的寝室里住着 4 位清秀可人的美女，她们的名字保存在一个列表中，另外，她们每个人的星座对应着保存在另一个列表中。



【例 6.1】 根据名字和星座创建一个字典。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 sign_create.py 的文件，然后在该文件中定义两个包括 4 个元素的列表，再应用 dict()函数和 zip()函数将前两个列表转换为对应的字典，并且输出该字典，代码如下：

```
01  name = ['绮梦','冷伊一','香凝','黛兰']            # 作为键的列表
02  sign = ['水瓶座','射手座','双鱼座','双子座']  # 作为值的列表
03  dictionary = dict(zip(name,sign))                # 转换为字典
04  print(dictionary)                                # 输出转换后字典
```

运行代码后，将显示如图 6.1 所示的结果。

```
{'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座', '香凝': '双鱼座', '黛兰': '双子座'}
>>>
```

图 6.1　创建字典

2. 通过给定的“键-值对”创建字典

语法如下：

```
dictionary = dict(key1=value1,key2=value2,...,keyn=valuen)
```

参数说明如下：

☑ dictionary：表示字典名称；

☑ key1, key2, ..., keyn：表示元素的键，必须是唯一的，并且不可变，例如可以是字符串、数字或者元组；

☑ value1, value2, ..., valuen：表示元素的值，可以是任何数据类型，不是必须唯一。

例如，将实例 6.1 中的名字和星座通过“键-值对”的形式创建一个字典，可以使用下面的代码。

```
01  dictionary =dict(绮梦 = '水瓶座', 冷伊一 = '射手座', 香凝 = '双鱼座', 黛兰 = '双子座')
02  print(dictionary)
```

在 Python 中，还可以使用 dict 对象的 fromkeys()方法创建值为空的字典，语法如下：

```
dictionary = dict.fromkeys(list1)
```

参数说明如下：

☑ dictionary：表示字典名称；

☑ list1：作为字典的键的列表。

例如，创建一个只包括名字的字典，可以使用下面的代码。

```
01  name_list = ['绮梦','冷伊一','香凝','黛兰']          # 作为键的列表
02  dictionary = dict.fromkeys(name_list)
03  print(dictionary)
```

执行结果如下。

```
{'绮梦': None, '冷伊一': None, '香凝': None, '黛兰': None}
```

另外，还可以通过已经存在的元组和列表创建字典。例如，创建一个保存名字的元组和保存星座的列表，通过它们创建一个字典，可以使用下面的代码。

```
01    name_tuple = ('绮梦','冷伊一', '香凝', '黛兰')            # 作为键的元组
02    sign = ['水瓶座','射手座','双鱼座','双子座']              # 作为值的列表
03    dict1 = {name_tuple:sign}                                # 创建字典
04    print(dict1)
```

执行结果如下：

```
{('绮梦', '冷伊一', '香凝', '黛兰'): ['水瓶座', '射手座', '双鱼座', '双子座']}
```

如果将作为键的元组修改为列表，再创建一个字典，代码如下：

```
01    name_list = ['绮梦','冷伊一', '香凝', '黛兰'[          # 作为键的元组
02    sign = ['水瓶座','射手座','双鱼座','双子座']            # 作为值的列表
03    dict1 = {name_list:sign}                               # 创建字典
04    print(dict1)
```

执行结果如图 6.2 所示。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 16, in <module>
    dict1 = {name_list:sign}           # 创建字典
TypeError: unhashable type: 'list'
>>>
```

图 6.2　将列表作为字典的键产生的异常

同列表和元组一样，不再需要的字典也可以使用 del 命令删除。例如，通过下面的代码即可将已经定义的字典删除。

```
del dictionary
```

另外，如果只是想删除字典的全部元素，可以使用字典对象的 clear()方法。执行 clear()方法后，原字典将变为空字典。例如，下面的代码将清除字典的全部元素。

```
dictionary.clear()
```

除了上面介绍的方法可以删除字典元素，还可以使用字典对象的 pop()删除并返回指定“键”的元素，以及使用字典对象的 popitem()方法删除并返回字典中的一个元素。

6.1.2　访问字典



在 Python 中，如果想将字典的内容输出也比较简单，可以直接使用 print()函数。例如，要想打印实例 6.1 中定义的 dictionary 字典，则可以使用下面的代码。



```
print(dictionary)
```

执行结果如下：

```
{'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座', '香凝': '双鱼座', '黛兰': '双子座'}
```

但是，在使用字典时，很少直接输出它的内容。一般需要根据指定的键得到相应的结果。在 Python 中，访问字典的元素可以通过下标的方式实现，与列表和元组不同，这里的下标不是索引号，而是键。例如，想要获取“冷伊一”的星座，可以使用下面的代码。

```
print(dictionary['冷伊一'])
```

执行结果如下：

```
射手座
```

在使用该方法获取指定键的值时，如果指定的键不存在，将抛出如图 6.3 所示的异常。

```
{'绮梦':'水瓶座', '冷伊一':'射手座', '香凝':'双鱼座', '黛兰':'双子座'}
Traceback (most recent call last):
  File "E:/program/Python/Code/test.py", line 10, in <module>
    print("冷伊的星座是：",dictionary['冷伊'])
KeyError: '冷伊'
>>>
```

图 6.3　获取指定键不存在时抛出异常

在实际开发中，很可能我们不知道当前存在什么键，所以需要避免该异常的产生。具体的解决方法是使用 if 语句对不存在的情况进行处理，即给一个默认值。例如，可以将上面的代码修改为以下内容。

```
print("冷伊的星座是：",dictionary['冷伊'] if '冷伊' in dictionary else '我的字典里没有此人')
```

当“冷伊”不存在时，将显示以下内容。

```
冷伊的星座是：我的字典里没有此人
```

另外，Python 中推荐的方法是使用字典对象的 get()方法获取指定键的值。其语法格式如下：

```
dictionary.get(key[,default])
```

其中，dictionary 为字典对象，即要从中获取值的字典；key 为指定的键；default 为可选项，用于当指定的键不存在时，返回一个默认值，如果省略，则返回 None。

例如，通过 get()方法获取“冷伊一”的星座，可以使用下面的代码。

```
print("冷伊一的星座是：",dictionary.get('冷伊一'))
```

执行结果如下。

```
冷伊一的星座是：　射手座
```

说明

为了解决在获取指定键的值时，因不存在该键而导致抛出异常，可以为 get()方法设置默认值，这样当指定的键不存在时，得到结果就是指定的默认值。例如，将上面的代码修改为以下内容。

```
print("冷伊的星座是：",dictionary.get('冷伊','我的字典里没有此人'))
```

将得到以下结果。

```
冷伊的星座是：我的字典里没有此人
```

场景模拟：仍然是某大学寝室里的 4 位美女，这次将她们的名字和星座保存在一个字典里，然后再定义一个保存各个星座性格特点的字典，根据这两个字典取出某位美女的性格特点。

【例 6.2】 根据星座测试性格特点。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 sign_get.py 的文件，然后在该文件中创建两个字典，一个保存名字和星座，另一个保存星座和性格特点，最后从这两个字典中取出相应的信息组合出想要的结果，并输出，代码如下：

```
01  name = ['绮梦','冷伊一','香凝','黛兰']                    # 作为键的列表
02  sign_person = ['水瓶座','射手座','双鱼座','双子座']       # 作为值的列表
03  person_dict = dict(zip(name,sign_person))                # 转换为个人字典
04  sign_all =['白羊座','金牛座','双子座','巨蟹座','狮子座','处女座','天秤座','天蝎座','射手座','摩羯座','水瓶座','双鱼座']
05  nature = ['有一种让人看见就觉得开心的感觉，阳光、乐观、坚强，性格直来直往，就是有点小脾气。',
06            '很保守，喜欢稳定，一旦有什么变动就会觉得心里不踏实，性格比较慢热，是个理财高手。',
07            '喜欢追求新鲜感，有点小聪明，耐心不够，因你的可爱性格会让很多人喜欢和你做朋友。',
08            '情绪容易敏感，缺乏安全感，做事情有坚持到底的毅力，为人重情重义，对朋友和家人特别忠实。',
09            '有着宏伟的理想，总想靠自己的努力成为人上人，向往高高在上的优越感，也期待被仰慕被崇拜的感
觉。',
10            '坚持追求自己的完美主义者。',
11            '追求平等、和谐，擅于察言观色，交际能力很强，因此真心的朋友不少。最大的缺点就是面对选择总
是犹豫不决。',
12            '精力旺盛，占有欲强，对于生活很有目标，不达目的誓不罢休，复仇心重。',
13            '崇尚自由，勇敢、果断、独立，身上有一股勇往直前的劲儿，只要想做，就能做。',
14            '是最有耐心的，为事最小心，也是最善良的星座。做事脚踏实地，也比较固执，不达目的不放手，而
且非常勤奋。',
15            '人很聪明，最大的特点是创新，追求独一无二的生活，个人主义色彩很浓重的星座。',
16            '集所有星座的优缺点于一身。最大的优点是有一颗善良的心，愿意帮助别人。']
17  sign_dict = dict(zip(sign_all,nature))                                  # 转换为星座字典
18  print("【香凝】的星座是",person_dict.get("香凝"))                        # 输出星座
19  print("\n 她的性格特点是：\n\n",sign_dict.get(person_dict.get("香凝")))    # 输出性格特点
```

运行代码后，将显示如图 6.4 所示的结果。

```
【香凝】的星座是 双鱼座
 她的性格特点是：
 集所有星座的优缺点于一身。最大的优点是有一颗善良的心，愿意帮助别人。
>>>
```

图 6.4　输出某人的星座和性格特点

6.1.3　遍历字典



字典是以“键-值对”的形式存储数据的，所以就可能需要对这些“键-值对”进行获取。Python 提供了遍历字典的方法，通过遍历可以获取字典中的全部“键-值对”。

使用字典对象的 items()方法可以获取字典的“键-值对”列表。其语法格式如下：

```
dictionary.items()
```

其中，dictionary 为字典对象；返回值为可遍历的“键-值对”元组列表。想要获取到具体的“键-值对”，可以通过 for 循环遍历该元组列表。

例如，定义一个字典，然后通过 items()方法获取“键-值对”的元组列表，并输出全部“键-值对”，代码如下：

```
01  dictionary = {'qq':'84978981','明日科技':'84978982','无语':'0431-84978981'}
02  for item in dictionary.items():
03      print(item)
```

执行结果如下：

```
('qq', '84978981')
('明日科技', '84978982')
('无语', '0431-84978981')
```

上面的示例得到的是元组中的各个元素，如果想要获取到具体的每个键和值，可以使用下面的代码进行遍历。

```
01  dictionary = {'qq':'4006751066','明日科技':'0431-84978982','无语':'0431-84978981'}
02  for key,value in dictionary.items():
03      print(key,"的联系电话是",value)
```

执行结果如下：

```
qq 的联系电话是 4006751066
明日科技 的联系电话是 0431-84978982
无语 的联系电话是 0431-84978981
```

说明

在 Python 中，字典对象还提供了 values()和 keys()方法，用于返回字典的“值”和“键”列表，它们的使用方法同 items()方法类似，也需要通过 for 循环遍历该字典列表，获取对应的值和键。

6.1.4　添加、修改和删除字典元素



由于字典是可变序列，所以可以随时在其中添加“键-值对”，这和列表类似。向字典中添加元素的语法格式如下：

```
dictionary[key] = value
```

参数说明如下：

☑　dictionary：表示字典名称；

☑　key：表示要添加元素的键，必须是唯一的，并且不可变，例如可以是字符串、数字或者元组；

☑　value：表示元素的值，可以是任何数据类型，不是必须唯一。

例如，还是以之前的保存 4 位美女星座的场景为例，在创建的字典中添加一个元素，并显示添加后的字典，代码如下：

```
01    dictionary =dict((('绮梦', '水瓶座'),('冷伊一','射手座'), ('香凝','双鱼座'), ('黛兰','双子座')))
02    dictionary["碧琦"] = "巨蟹座"     # 添加一个元素
03    print(dictionary)
```

执行结果如下：

```
{'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座', '香凝': '双鱼座', '黛兰': '双子座', '碧琦': '巨蟹座'}
```

从上面的结果中，可以看出又添加了一个键为“碧琦”的元素。

由于在字典中，“键”必须是唯一的，所以如果新添加元素的“键”与已经存在的“键”重复，那么将使用新的“值”替换原来该“键”的值，这也相当于修改字典的元素。例如，再添加一个“键”为“香凝”的元素，这次设置她为“天蝎座”。可以使用下面的代码。

```
01    dictionary =dict((('绮梦', '水瓶座'),('冷伊一','射手座'), ('香凝','双鱼座'), ('黛兰','双子座')))
02    dictionary["香凝"] = "天蝎座"     # 添加一个元素，当元素存在时，则相当于修改功能
03    print(dictionary)
```

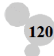
执行结果如下：

```
{'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座', '香凝': '天蝎座', '黛兰': '双子座'}
```

从上面的结果可以看出，并没有添加一个新的“键”为“香凝”的元素，而是直接对“香凝”进行了修改。

当字典中的某个元素不需要时，可以使用 del 命令将其删除。例如，要删除字典 dictionary 的键为“香凝”的元素，可以使用下面的代码。

```
01    dictionary =dict((('绮梦', '水瓶座'),('冷伊一','射手座'), ('香凝','双鱼座'), ('黛兰','双子座')))
02    del dictionary["香凝"]      # 删除一个元素
03    print(dictionary)
```



执行结果如下：

```
{'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座', '黛兰': '双子座'}
```

从上面的执行结果中可以看到，在字典 dictionary 中只剩下 3 个元素了。

注意

当删除一个不存在的键时，将抛出如图 6.5 所示的异常。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 7, in <module>
    del dictionary["香凝1"]     # 删除一个元素
KeyError: '香凝1'
>>>
```

图 6.5　删除一个不存在的键时将抛出的异常

因此，需要将上面的代码修改为以下内容，从而防止删除不存在的元素时抛出异常。

```
01  dictionary =dict((('绮梦', '水瓶座'),('冷伊一','射手座'), ('香凝','双鱼座'), ('黛兰','双子座')))
02  if "香凝 1" in dictionary:          # 如果存在
03      del dictionary["香凝 1"]        # 删除一个元素
04  print(dictionary)
```

6.1.5　字典推导式



使用字典推导式可以快速生成一个字典，它的表现形式和列表推导式类似。例如，我们可以使用下面的代码生成一个包含 4 个随机数的字典，其中字典的键使用数字表示。

```
01  import random                                    # 导入 random 标准库
02  randomdict = {i:random.randint(10,100) for i in range(1,5)}
03  print("生成的字典为：",randomdict)
```

执行结果如下：

```
生成的字典为： {1: 21, 2: 85, 3: 11, 4: 65}
```

另外，使用字典推导式也可根据列表生成字典。例如，可以将实例 6.2 修改为通过字典推导式生成字典。

【例 6.3】　根据名字和星座创建一个字典（副本）。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 sign_create.py 的文件，然后在该文件中定义两个包括 4 个元素的列表，再应用 dict()函数和 zip()函数将两个列表转换为对应的字典，并且输出该字典，代码如下：

```
01  name = ['绮梦','冷伊一','香凝','黛兰']                # 作为键的列表
02  sign = ['水瓶','射手','双鱼','双子']                  # 作为值的列表
```

```
03    dictionary = {i:j+'座' for i,j in zip(name,sign)}          # 使用列表推导式生成字典
04    print(dictionary)                                           # 输出转换后字典
```

运行代码后，将显示如图 6.6 所示的结果。

```
{'绮梦':'水瓶座', '冷伊一':'射手座', '香凝':'双鱼座', '黛兰':'双子座'}
>>>
```

图 6.6　采用字典推导式创建字典

6.2　集　　合

Python 中的集合（set）与数学中的集合概念类似，也是用于保存不重复的元素。它有可变集合（set）和不可变集合（frozenset）两种。其中，本节所要介绍的 set 集合是无序可变序列，而另一种在本书中不做介绍。在形式上，集合的所有元素都放在一对大括号“{}”中，两个相邻元素间使用逗号“,”分隔。集合最好的应用就是去重，因为集合中的每个元素都是唯一的。

说明

在数学中，集合的定义是把一些能够确定的不同的对象看成一个整体，而这个整体就是由这些对象的全体构成的集合。集合通常用大括号“{}”或者大写的拉丁字母表示。

集合最常用的操作就是创建集合，以及集合的添加、删除、交集、并集和差集等运算，下面分别进行介绍。

6.2.1　创建集合



在 Python 中提供了两种创建集合的方法，一种是直接使用“{}”创建；另一种是通过 set()函数将列表、元组等可迭代对象转换为集合。笔者推荐使用第二种方法。下面分别进行介绍。

1. 直接使用“{}”创建

在 Python 中，创建 set 集合也可以像列表、元组和字典一样，直接将集合赋值给变量，从而实现创建集合，即直接使用大括号“{}”创建。语法格式如下：

```
setname = {element 1,element 2,element 3,...,element n}
```

其中，setname 表示集合的名称，可以是任何符合 Python 命名规则的标识符；element 1、element 2、element 3、element n 表示集合中的元素，个数没有限制，并且只要是 Python 支持的数据类型就可以。



注意

在创建集合时，如果输入了重复的元素，Python 会自动只保留一个。

例如，下面的每行代码都可以创建一个集合。

```
01    set1 = {'水瓶座','射手座','双鱼座','双子座'}
02    set2 = {3,1,4,1,5,9,2,6}
03    set3 = {'Python', 28, ('人生苦短', '我用 Python')}
```

上面的代码将创建以下集合。

```
{'水瓶座', '双子座', '双鱼座', '射手座'}
{1, 2, 3, 4, 5, 6, 9}
{'Python', ('人生苦短', '我用 Python'), 28}
```



说明

由于 Python 中的 set 集合是无序的，所以每次输出时元素的排列顺序可能与上面的不同，不必在意。

场景模拟：某大学的学生选课系统，可选语言有 Python 和 C 语言。现创建两个集合分别保存选择 Python 语言的学生名字和选择 C 语言的学生名字。

【例 6.4】 创建保存学生选课信息的集合。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 section_create.py 的文件，然后在该文件中定义两个包括 4 个元素的集合，再输出这两个集合，代码如下：

```
01    python = {'绮梦','冷伊一','香凝','梓轩'}              # 保存选择 Python 语言的学生名字
02    c = {'冷伊一','零语','梓轩','圣博'}                   # 保存选择 C 语言的学生名字
03    print('选择 Python 语言的学生有：',python,'\n')       # 输出选择 Python 语言的学生名字
04    print('选择 C 语言的学生有：',c)                      # 输出选择 C 语言的学生名字
```

运行代码后，将显示如图 6.7 所示的结果。

```
选择Python语言的学生有： {'绮梦', '香凝', '梓轩', '冷伊一'}

选择C语言的学生有： {'圣博', '零语', '梓轩', '冷伊一'}
>>>
```

图 6.7　创建集合

2. 使用 set()函数创建

在 Python 中，可以使用 set()函数将列表、元组等其他可迭代对象转换为集合。set()函数的语法格式如下：

```
setname = set(iteration)
```

参数说明如下：

☑ setname：表示集合名称；

☑ iteration：表示要转换为集合的可迭代对象，可以是列表、元组、range 对象等。另外，也可以是字符串，如果是字符串，返回的集合将是包含全部不重复字符的集合。

例如，下面的每行代码都可以创建一个集合。

```
01  set1 = set("命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。")
02  set2 = set([1.414,1.732,3.14159,2.236])
03  set3 = set(('人生苦短', '我用 Python'))
```

上面的代码将创建以下集合。

```
{'不', '的', '望', '是', '给', '，', '我', '。', '酒', '会', '杯', '运', '们', '予', '而', '失', '机', '命', '之'}
{1.414, 2.236, 3.14159, 1.732}
{'人生苦短', '我用 Python'}
```

从上面创建的集合结果中可以看出，在创建集合时，如果出现了重复元素，那么将只保留一个，例如在第一个集合中的“是”和“之”都只保留了一个。



注意

在创建空集合时，只能使用 set()实现，而不能使用一对大括号“{}”实现，这是因为在 Python 中，直接使用一对大括号“{}”表示创建一个空字典。

下面将实例 6.4 修改为使用 set()函数创建保存学生选课信息的集合。修改后的代码如下：

```
01  python = set(['绮梦','冷伊一','香凝','梓轩'])          # 保存选择 Python 语言的学生名字
02  print('选择 Python 语言的学生有：',python,'\n')        # 输出选择 Python 语言的学生名字
03  c = set(['冷伊一','零语','梓轩','圣博'])               # 保存选择 C 语言的学生名字
04  print('选择 C 语言的学生有：',c)                       # 输出选择 C 语言的学生名字
```

执行结果如图 6.7 所示。

说明

在 Python 中，创建集合时推荐采用 set()函数实现。

6.2.2　向集合中添加和删除元素



集合是可变序列，所以在创建集合后，还可以对其添加或者删除元素。下面分别进行介绍。



1. 向集合中添加元素

向集合中添加元素可以使用 add()方法实现。它的语法格式如下：

```
setname.add(element)
```

其中，setname 表示要添加元素的集合；element 表示要添加的元素内容。这里只能使用字符串、数字及布尔类型的 True 或者 False 等，不能使用列表、元组等可迭代对象。

例如，定义一个保存明日科技零基础学系列图片名字的集合，然后向该集合中添加一个刚刚上市的图书名字，代码如下：

```
01  mr = set(['零基础学 Java','零基础学 Android','零基础学 C 语言','零基础学 C#','零基础学 PHP'])
02  mr.add('零基础学 Python')  # 添加一个元素
03  print(mr)
```

上面的代码运行后，将输出以下集合。

```
{'零基础学 PHP', '零基础学 Android', '零基础学 C#', '零基础学 C 语言', '零基础学 Python', '零基础学 Java'}
```

2. 从集合中删除元素

在 Python 中，可以使用 del 命令删除整个集合，也可以使用集合的 pop()方法或者 remove()方法删除一个元素，或者使用集合对象的 clear()方法清空集合，即删除集合中的全部元素，使其变为空集合。

例如，下面的代码将分别实现从集合中删除指定元素、删除一个元素和清空集合。

```
01  mr = set(['零基础学 Java','零基础学 Android','零基础学 C 语言','零基础学 C#','零基础学 PHP','零基础学 Python'])
02  mr.remove('零基础学 Python')                    # 移除指定元素
03  print('使用 remove()方法移除指定元素后：',mr)
04  mr.pop()                                        # 删除一个元素
05  print('使用 pop()方法移除一个元素后：',mr)
06  mr.clear()                                      # 清空集合
07  print('使用 clear()方法清空集合后：',mr)
```

上面的代码运行后，将输出以下内容。

```
使用 remove()方法移除指定元素后： {'零基础学 Android', '零基础学 PHP', '零基础学 C 语言', '零基础学 Java', '零基础学 C#'}
使用 pop()方法移除一个元素后： {'零基础学 PHP', '零基础学 C 语言', '零基础学 Java', '零基础学 C#'}
使用 clear()方法清空集合后： set()
```

注意

使用集合的 remove()方法时，如果指定的内容不存在，将抛出如图 6.8 所示的异常。所以在移除指定元素前，最好先判断其是否存在。要判断指定的内容是否存在，可以使用 in 关键字实现。例如，使用“'零语'in c”可以判断在 c 集合中是否存在“零语”。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 25, in <module>
    mr.remove('零基础学Python1')  # 移除指定元素
KeyError: '零基础学Python1'
>>>
```

图 6.8　从集合中移除的元素不存在时抛出异常

场景模拟：仍然是某大学的学生选课系统，听说连小学生都学 Python，“零语”同学决定放弃学习 C 语言，改为学习 Python。

【例 6.5】 学生更改所选课程。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 section_add.py 的文件，然后在该文件中定义一个包括 4 个元素的集合，并且应用 add()函数向该集合中添加一个元素，再定义一个包括 4 个元素的集合，并且应用 remove()方法从该集合中删除指定的元素，最后输出这两个集合，代码如下：

```
01    python = set(['绮梦','冷伊一','香凝','梓轩'])          # 保存选择 Python 语言的学生名字
02    python.add('零语')                                    # 添加一个元素
03    c = set(['冷伊一','零语','梓轩','圣博'])               # 保存选择 C 语言的学生名字
04    c.remove('零语')                                      # 删除指定元素
05    print('选择 Python 语言的学生有：',python,'\n')         # 输出选择 Python 语言的学生名字
06    print('选择 C 语言的学生有：',c)                       # 输出选择 C 语言的学生名字
```

运行代码后，将显示如图 6.9 所示的结果。

```
选择Python语言的学生有： {'冷伊一', '零语', '梓轩', '香凝', '绮梦'}
选择C语言的学生有： {'梓轩', '冷伊一', '圣博'}
>>>
```

图 6.9　向集合中添加和删除元素

6.2.3　集合的交集、并集和差集运算



集合最常用的操作就是进行交集、并集、差集和对称差集运算。进行交集运算时使用“&”符号；进行并集运算时使用“|”符号；进行差集运算时使用“-”符号，进行对称差集运算时使用“^”符号。下面通过一个具体的实例演示如何对集合进行交集、并集和差集运算。

场景模拟：仍然是某大学的学生选课系统，学生选课完毕后，老师要对选课结果进行统计。这时，



需要知道哪些学生既选择了 Python 语言又选择了 C 语言，参与选课的全部学生，以及选择了 Python 语言但没有选择 C 语言的学生。

【例 6.6】 对选课集合进行交集、并集和差集运算。（**实例位置：资源包\TM\sl\06\06**）

在 IDLE 中创建一个名称为 section_operate.py 的文件，然后在该文件中定义两个包括 4 个元素的集合，再根据需要对两个集合进行交集、并集和差集运算，并输出运算结果，代码如下：

```
01  python = set(['绮梦','冷伊一','香凝','梓轩'])          # 保存选择 Python 语言的学生名字
02  c = set(['冷伊一','零语','梓轩','圣博'])               # 保存选择 C 语言的学生名字
03  print('选择 Python 语言的学生有：',python)             # 输出选择 Python 语言的学生名字
04  print('选择 C 语言的学生有：',c)                       # 输出选择 C 语言的学生名字
05  print('交集运算：',python & c)                         # 输出既选择了 Python 语言又选择 C 语言的学生名字
06  print('并集运算：',python | c)                         # 输出参与选课的全部学生名字
07  print('差集运算：',python - c)                         # 输出选择了 Python 语言但没有选择 C 语言的学生名字
```

在上面的代码中，为了获取既选择了 Python 语言又选择 C 语言的学生名字，对两个集合进行交集运算；为了获取参与选课的全部学生名字，对两个集合进行并集运算；为了获取选择了 Python 语言但没有选择 C 语言的学生名字，对两个集合进行差集运算。

运行代码后，将显示如图 6.10 所示的结果。

```
选择Python语言的学生有： {'绮梦', '香凝', '冷伊一', '梓轩'}
选择C语言的学生有： {'零语', '圣博', '梓轩', '冷伊一'}
交集运算： {'梓轩', '冷伊一'}
并集运算： {'零语', '香凝', '冷伊一', '梓轩', '圣博', '绮梦'}
差集运算： {'绮梦', '香凝'}
>>>
```

图 6.10　对选课集合进行交集、并集和差集运算

6.3　小　　结

本章首先介绍了 Python 中的字典。字典和列表有些类似，区别是字典中的元素是由“键-值对”组成的。然后介绍了 Python 中的集合，集合的主要作用就是去重。至此，我们已经学习了 4 种序列结构，读者在实际开发时，可以根据自己的实际需要选择使用合适的序列类型。

第 7 章

字符串

（视频讲解：118 分钟）

字符串几乎是所有编程语言在项目开发过程中涉及最多的一块内容。大部分项目的运行结果都需要以文本的形式展示给客户，比如财务系统的总账报表、电子游戏的比赛结果、火车站的列车时刻表等。这些都是经过程序精密的计算、判断和梳理，将我们想要的内容用文本形式直观地展示出来。曾经有一位“久经沙场”的老程序员说过一句话：“开发一个项目，基本上就是在不断地处理字符串。”

在 2.3.2 节已经对什么是字符串，如何定义字符串，以及字符串中的转义字符进行了介绍。本章将重点介绍如何操作字符串。

通过阅读本章，您可以：

- **掌握如何进行字符串的编码转换**
- **掌握如何拼接、截取、分割和合并字符串**
- **掌握如何计算字符串的长度**
- **掌握检索字符串的方法**
- **掌握如何对字符串进行格式化**

7.1　字符串编码转换

最早的字符串编码是美国标准信息交换码，即 ASCII 码。它仅对 10 个数字、26 个大写英文字母、26 个小写英文字母，以及一些其他符号进行了编码。ASCII 码最多只能表示 256 个符号，每个字符占一个字节。随着信息技术的发展，各国的文字都需要进行编码，于是出现了 GBK、GB2312、UTF-8 编码等。其中 GBK 和 GB2312 是我国制定的中文编码标准，使用一个字节表示英文字母，2 个字节表示中文字符。而 UTF-8 是国际通用的编码，对全世界所有国家需要用到的字符都进行了编码。UTF-8 采用一个字节表示英文字符，用 3 个字节表示中文。在 Python 3.x 中，默认采用的编码格式为 UTF-8，采用这种编码有效地解决了中文乱码的问题。

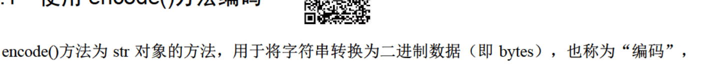
在 Python 中，有两种常用的字符串类型，分别为 str 和 bytes。其中，str 表示 Unicode 字符（ASCII 或者其他）；bytes 表示二进制数据（包括编码的文本）。这两种类型的字符串不能拼接在一起使用。通常情况下，str 在内存中以 Unicode 表示，一个字符对应若干个字节。但是如果在网络上传输，或者保存到磁盘上，就需要把 str 转换为字节类型，即 bytes 类型。

说明

bytes 类型的数据是带有 b 前缀的字符串（用单引号或双引号表示），例如，b'\xd2\xb0'和 b'mr'都是 bytes 类型的数据。

str 和 bytes 之间可以通过 encode()和 decode()方法进行转换，这两个方法是互为逆过程。下面分别进行介绍。

7.1.1　使用 encode()方法编码



encode()方法为 str 对象的方法，用于将字符串转换为二进制数据（即 bytes），也称为“编码”，其语法格式如下：

```
str.encode([encoding="utf-8"][,errors="strict"])
```

参数说明如下：

☑　str：表示要进行转换的字符串。

☑　encoding="utf-8"：可选参数，用于指定进行转码时采用的字符编码，默认为 UTF-8，如果想使用简体中文，也可以设置为 gb2312。当只有这一个参数时，也可以省略前面的“encoding=”，直接写编码。

☑ errors="strict"：可选参数，用于指定错误处理方式，其可选择值可以是 strict（遇到非法字符就抛出异常）、ignore（忽略非法字符）、replace（用“?”替换非法字符）或 xmlcharrefreplace（使用 XML 的字符引用）等，默认值为 strict。



在使用 encode()方法时，不会修改原字符串，如果需要修改原字符串，需要对其进行重新赋值。

例如，定义一个名称为 verse 的字符串，内容为“野渡无人舟自横”，然后使用 encode()方法将其采用 GBK 编码转换为二进制数，并输出原字符串和转换后的内容，代码如下：

```
01  verse = '野渡无人舟自横'
02  byte = verse.encode('GBK')      # 采用 GBK 编码转换为二进制数据，不处理异常
03  print('原字符串：',verse)        # 输出原字符串（没有改变）
04  print('转换后：',byte)           # 输出转换后的二进制数据
```

上面的代码执行后，将显示以下内容。

```
原字符串：  野渡无人舟自横
转换后：  b'\xd2\xb0\xb6\xc9\xce\xde\xc8\xcb\xd6\xdb\xd7\xd4\xba\xe1'
```

如果采用 UTF-8 编码，转换后的二进制数据为：

```
b'\xe9\x87\x8e\xe6\xb8\xa1\xe6\x97\xa0\xe4\xba\xba\xe8\x88\x9f\xe8\x87\xaa\xe6\xa8\xaa'
```

7.1.2　使用 decode()方法解码



decode()方法为 bytes 对象的方法，用于将二进制数据转换为字符串，即将使用 encode()方法转换的结果再转换为字符串，也称为“解码”。

其语法格式如下：

```
bytes.decode([encoding="utf-8"][,errors="strict"])
```

参数说明如下：

☑ bytes：表示要进行转换的二进制数据，通常是 encode()方法转换的结果。

☑ encoding="utf-8"：可选参数，用于指定进行解码时采用的字符编码，默认为 UTF-8，如果想使用简体中文，也可以设置为 gb2312。当只有这一个参数时，也可以省略前面的“encoding=”，直接写编码。



在设置解码采用的字符编码时，需要与编码时采用的字符编码一致。

☑　errors="strict"：可选参数，用于指定错误处理方式，其可选择值可以是 strict（遇到非法字符就抛出异常）、ignore（忽略非法字符）、replace（用“?”替换非法字符）或 xmlcharrefreplace（使用 XML 的字符引用）等，默认值为 strict。


说明

在使用 decode()方法时，不会修改原字符串，如果需要修改原字符串，需要对其进行重新赋值。

例如，将上面示例中编码后得到二进制数据（保存在变量 byte 中）进行解码，可以使用下面的代码：

```
print('解码后：',byte.decode("GBK"))   # 对进行制数据进行解码
```

上面的代码执行后，将显示以下内容。

```
解码后：  野渡无人舟自横
```

7.2　字符串常用操作

在 Python 开发过程中，为了实现某项功能，经常需要对某些字符串进行特殊处理，如拼接字符串、截取字符串、格式化字符串等。下面将对 Python 中常用的字符串操作方法进行介绍。

7.2.1　拼接字符串



使用“+”运算符可完成对多个字符串的拼接，“+”运算符可以连接多个字符串并产生一个字符串对象。

例如，定义两个字符串，一个保存英文版的名言，另一个用于保存中文版的名言，然后使用“+”运算符连接，代码如下：

```
01  mot_en = 'Remembrance is a form of meeting. Frgetfulness is a form of freedom.'
02  mot_cn = '记忆是一种相遇。遗忘是一种自由。'
03  print(mot_en + '——' + mot_cn)
```

字符串不允许直接与其他类型的数据拼接，例如，使用下面的代码将字符串与数值拼接在一起，将产生如图 7.1 所示的异常。

```
01  str1 = '我今天一共走了'          # 定义字符串
02  num = 12098                      # 定义一个整数
03  str2 = '步'                      # 定义字符串
04  print(str1 + num + str2)         # 对字符串和整数进行拼接
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 19, in <module>
    print(str1 + num + str2)
TypeError: must be str, not int
>>>
```

图 7.1　字符串和整数拼接抛出的异常

解决该问题，可以将整数转换为字符串。将整数转换为字符串，可以使用 str()函数。修改后的代码如下：

```
01  str1 = '今天我一共走了'                # 定义字符串
02  num = 12098                            # 定义一个整数
03  str2 = '步'                            # 定义字符串
04  print(str1 + str(num) + str2)          # 对字符串和整数进行拼接
```

上面代码执行后，将显示以下内容。

```
今天我一共走了 12098 步
```

场景模拟：有一天，两名程序员坐在一起聊天，于是产生了下面的笑话。

【例 7.1】 使用字符串拼接输出一个关于程序员的笑话。（**实例位置：资源包\TM\sl\07\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 programmer_splice.py 的文件，然后在该文件中定义两个字符串变量，分别记录两名程序员说的话，再将两个字符串拼接到一起，并且在中间拼接一个转义字符串（换行符），最后输出，代码如下：

```
01  programmer_1 = '程序员甲：搞 IT 太辛苦了，我想换行……怎么办？'
02  programmer_2 = '程序员乙：敲一下回车键'
03  print(programmer_1 + '\n' + programmer_2)
```

运行结果如图 7.2 所示。

```
程序员甲：搞IT太辛苦了，我想换行……怎么办？
程序员乙：敲一下回车键
>>>
```

图 7.2　输出一个关于程序员的笑话

7.2.2　计算字符串的长度



由于不同的字符所占字节数不同，所以要计算字符串的长度，需要先了解各字符所占的字节数。在 Python 中，数字、英文、小数点、下划线和空格占一个字节；一个汉字可能会占 2~4 个字节，占几个字节取决于采用的编码。汉字在 GBK/GB2312 编码中占 2 个字节，在 UTF-8/unicode 中一般占用 3 个字节（或 4 个字节）。下面以 Python 默认的 UTF-8 编码为例进行说明，即一个汉字占 3 个字节，如图 7.3 所示。

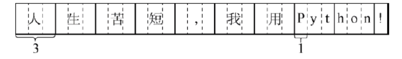


图 7.3　汉字和英文所占字节个数



在 Python 中，提供了 len()函数计算字符串的长度。语法格式如下：

```
len(string)
```

其中，string 用于指定要进行长度统计的字符串。

例如，定义一个字符串，内容为“人生苦短，我用 Python!”，然后应用 len()函数计算该字符串的长度，代码如下：

```
01  str1 = '人生苦短，我用 Python!'        # 定义字符串
02  length = len(str1)                    # 计算字符串的长度
03  print(length)
```

上面的代码在执行后，将显示“14”。

从上面的结果中可以看出，在默认的情况下，通过 len()函数计算字符串的长度时，不区分英文、数字和汉字，所有字符都认为是一个。

在实际开发时，有时需要获取字符串实际所占的字节数，即如果采用 UTF-8 编码，汉字占 3 个字节，采用 GBK 或者 GB2312 时，汉字占 2 个字节。这时，可以通过使用 encode()方法进行编码后再进行获取。例如，如果要获取采用 UTF-8 编码的字符串的长度，可以使用下面的代码。

```
01  str1 = '人生苦短，我用 Python!'        # 定义字符串
02  length = len(str1.encode())           # 计算 UTF-8 编码的字符串的长度
03  print(length)
```

上面的代码在执行后，将显示“28”。这是因为汉字加中文标点符号共 7 个，占 21 个字节，英文字母和英文的标点符号占 7 个字节，共 28 个字节。

如果要获取采用 GBK 编码的字符串的长度，可以使用下面的代码。

```
01  str1 = '人生苦短，我用 Python!'        # 定义字符串
02  length = len(str1.encode('gbk'))      # 计算 GBK 编码的字符串的长度
03  print(length)
```

上面的代码在执行后，将显示“21”。这是因为汉字加中文标点符号共 7 个，占 14 个字节，英文字母和英文的标点符号占 7 个字节，共 21 个字节。

7.2.3　截取字符串



由于字符串也属于序列，所以要截取字符串，可以采用切片方法实现。通过切片方法截取字符串的语法格式如下：

```
string[start : end : step]
```

参数说明如下：

☑　string：表示要截取的字符串；

☑　start：表示要截取的第一个字符的索引（包括该字符），如果不指定，则默认为 0；

☑　end：表示要截取的最后一个字符的索引（不包括该字符），如果不指定，则默认为字符串的长度；

☑ step：表示切片的步长，如果省略，则默认为 1，当省略该步长时，最后一个冒号也可以省略。

说明

字符串的索引同序列的索引是一样的，也是从 0 开始，并且每个字符占一个位置，如图 7.4 所示。

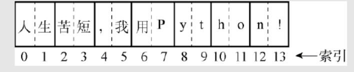


图 7.4　字符串的索引示意图

例如，定义一个字符串，然后应用切片方法截取不同长度的子字符串，并输出，代码如下：

```
01  str1 = '人生苦短，我用 Python!'        # 定义字符串
02  substr1 = str1[1]                      # 截取第 2 个字符
03  substr2 = str1[5:]                     # 从第 6 个字符截取
04  substr3 = str1[:5]                     # 从左边开始截取 5 个字符
05  substr4 = str1[2:5]                    # 截取第 3 个到第 5 个字符
06  print('原字符串：',str1)
07  print(substr1 + '\n' + substr2 + '\n' + substr3 + '\n' + substr4)
```

上面的代码执行后，将显示以下内容。

```
原字符串：  人生苦短，我用 Python!
生
我用 Python!
人生苦短，
苦短，
```

注意

在进行字符串截取时，如果指定的索引不存在，则会抛出如图 7.5 所示的异常。要解决该问题，可以采用 try…except 语句捕获异常。例如，下面的代码在执行后将不会抛出异常。

```
01  str1 = '人生苦短，我用 Python!'        # 定义字符串
02  try:
03      substr1 = str1[15]                 # 截取第 15 个字符
04  except IndexError:
05      print('指定的索引不存在')
```

关于 try...except 语句的具体介绍请参见本书第 12 章。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 19, in <module>
    substr1 = str1[15]    # 截取第15个字符
IndexError: string index out of range
>>>
```

图 7.5　指定的索引不存在时抛出的异常



场景模拟：有一天，两名程序员又坐在一起聊天。程序员甲敲一下回车键，真的换行成功了。为此，对程序员乙很崇拜，于是想考考他。

【例 7.2】 截取身份证号码中的出生日期。（**实例位置：资源包\TM\sl\07\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 idcard.py 的文件，然后在该文件中定义两个字符串变量，分别记录两名程序说的话，再将两个字符串拼接到一起，并且在中间拼接一个转义字符串（换行符），最后输出，代码如下：

```
01  programer_1 = '你知道我的生日吗？'                # 程序员甲问程序员乙的台词
02  print('程序员甲说：',programer_1)                # 输出程序员甲的台词
03  programer_2 = '输入你的身份证号码。'              # 程序员乙的台词
04  print('程序员乙说：',programer_2)                # 输出程序员乙的台词
05  idcard = '123456199006277890'                  # 定义保存身份证号码的字符串
06  print('程序员甲说：',idcard)                     # 程序员乙说出身份证号码
07  birthday = idcard[6:10] + '年' + idcard[10:12] + '月' + idcard[12:14] + '日'   # 截取生日
08  print('程序员乙说：','你是' + birthday + '出生的，所以你的生日是' + birthday[5:])
```

运行结果如图 7.6 所示。

```
程序员甲说： 你知道我的生日吗？
程序员乙说： 输入你的身份证号码。
程序员甲说： 123456199006277890
程序员乙说： 你是1990年06月27日出生的，所以你的生日是06月27日
>>>
```

图 7.6　截取身份证号码中的出生日期

7.2.4　分割、合并字符串



在 Python 中，字符串对象提供了分割和合并字符串的方法。分割字符串是把字符串分割为列表，而合并字符串是把列表合并为字符串，它们可以看作是互逆操作。下面分别进行介绍。

1．分割字符串

字符串对象的 split()方法可以实现字符串分割。即把一个字符串按照指定的分隔符切分为字符串列表。该列表的元素中，不包括分隔符。split()方法的语法格式如下：

```
str.split(sep, maxsplit)
```

参数说明如下：

☑ str：表示要进行分割的字符串。

☑ sep：用于指定分隔符，可以包含多个字符，默认为 None，即所有空字符（包括空格、换行“\n”、制表符“\t”等）。

☑ maxsplit：可选参数，用于指定分割的次数，如果不指定或者为-1，则分割次数没有限制，否则返回结果列表的元素个数最多为 maxsplit+1。



说明

在 split()方法中，如果不指定 sep 参数，那么也不能指定 maxsplit 参数。

☑　返回值：分割后的字符串列表。

例如，定义一个保存明日学院网址的字符串，然后应用 split()方法根据不同的分隔符进行分割，代码如下：

```
01  str1 = '明 日 学 院 官 网  >>>  www.mingrisoft.com'
02  print('原字符串：',str1)
03  list1 = str1.split()                    # 采用默认分隔符进行分割
04  list2 = str1.split('>>>')               # 采用多个字符进行分割
05  list3 = str1.split('.')                 # 采用“.”号进行分割
06  list4 = str1.split(' ',4)               # 采用空格进行分割，并且只分割前 4 个
07  print(str(list1) + '\n' + str(list2) + '\n' + str(list3) + '\n' + str(list4))
08  list5 = str1.split('>')                 # 采用>进行分割
09  print(list5)
```

上面的代码执行后，将显示以下内容。

```
原字符串： 明 日 学 院 官 网  >>>  www.mingrisoft.com
['明', '日', '学', '院', '官', '网', '>>>', 'www.mingrisoft.com']
['明 日 学 院 官 网  ', '  www.mingrisoft.com']
['明 日 学 院 官 网  >>>  www', 'mingrisoft', 'com']
['明', '日', '学', '院', '官 网  >>>  www.mingrisoft.com']
['明 日 学 院 官 网  ', '', '', '  www.mingrisoft.com']
```

说明

在使用 split()方法时，如果不指定参数，默认采用空白符进行分割，这时无论有几个空格或者空白符都将作为一个分隔符进行分割。例如上面示例中，在“网”和“>”之间有两个空格，但是分割结果（第二行内容）中已经被全部过滤掉了。如果指定一个分隔符，那么当这个分隔符出现多个时，就会每个分隔一次，没有得到内容的，将产生一个空元素。例如，上面结果中的最后一行就出现了两个空元素。

场景模拟：微博的@好友栏目中，输入“@明日科技 @扎克伯格 @盖茨”（好友名称之间用一个空格区分），即可同时@三个好友。

【例 7.3】 输出被@的好友名称。（**实例位置：资源包\TM\sl\07\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 atfriend.py 的文件，然后在该文件中定义一个字符串，内容为“@明日科技 @扎克伯格 @盖茨”，然后使用 split()方法对该字符串进行分割，从而获取出好友名称，并输出，代码如下：



```
01  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02  list1 = str1.split(' ')          # 用空格分割字符串
03  print('您@的好友有：')
04  for item in list1:
05      print(item[1:])              # 输出每个好友名时，去掉@符号
```

运行结果如图 7.7 所示。

```
您@的好友有：
明日科技
扎克伯格
盖茨
>>>
```

图 7.7　输出被@的好友

2. 合并字符串

合并字符串与拼接字符串不同，它会将多个字符串采用固定的分隔符连接在一起。例如，字符串“绮梦 * 冷伊一 * 香凝 * 黛兰”，就可以是通过分隔符“ * ”将['绮梦','冷伊一', '香凝', '黛兰']列表合并为一个字符串的结果。

合并字符串可以使用字符串对象的 join()方法实现。其语法格式如下：

```
strnew = string.join(iterable)
```

参数说明如下：

☑ strnew：表示合并后生成的新字符串。
☑ string：字符串类型，用于指定合并时的分隔符。
☑ iterable：可迭代对象，该迭代对象中的所有元素（字符串表示）将被合并为一个新的字符串。string 作为边界点分割出来。

场景模拟：微博的@好友栏目中，输入“@明日科技 @扎克伯格 @盖茨”（好友名称之间用一个空格区分），即可同时@三个好友。现在想要@好友列表中的全部好友，所以需要组合一个类似的字符串。

【例 7.4】 通过好友列表生成全部被@的好友。（**实例位置：资源包\TM\sl\07\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 atfriend_join.py 的文件，然后在该文件中定义一个列表，保存一些好友名称，然后使用 join()方法将列表中每个元素用空格+@符号进行连接，再在连接后的字符串前添加一个@符号，最后输出，代码如下：

```
01  list_friend = ['明日科技','扎克伯格','盖茨']   # 好友列表
02  str_friend = ' @'.join(list_friend)   # 用空格+@符号进行连接
03  at = '@'+str_friend   # 由于使用 join()方法时，第一个元素前不加分隔符，所以需要在前面加上@符号
04  print('您要@的好友：',at)
```

运行结果如图 7.8 所示。

```
您要@的好友： @明日科技 @扎克伯格 @盖茨
>>>
```

图 7.8　输出想要@的好友

7.2.5　检索字符串



在 Python 中，字符串对象提供了很多应用于字符串查找的方法，这里主要介绍以下几种方法。

1. count()方法

count()方法用于检索指定字符串在另一个字符串中出现的次数。如果检索的字符串不存在，则返回 0，否则返回出现的次数。其语法格式如下：

```
str.count(sub[, start[, end]])
```

参数说明如下：

☑ str：表示原字符串；

☑ sub：表示要检索的子字符串；

☑ start：可选参数，表示检索范围的起始位置的索引，如果不指定，则从头开始检索；

☑ end：可选参数，表示检索范围的结束位置的索引，如果不指定，则一直检索到结尾。

例如，定义一个字符串，然后应用 count()方法检索该字符串中“@”符号出现的次数，代码如下：

```
01  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02  print('字符串“',str1,'”中包括',str1.count('@'),'个@符号')
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
字符串“ @明日科技 @扎克伯格 @盖茨 ”中包括 3 个@符号
```

2. find()方法

该方法用于检索是否包含指定的子字符串。如果检索的字符串不存在，则返回-1，否则返回首次出现该子字符串时的索引。其语法格式如下：

```
str.find(sub[, start[, end]])
```

参数说明如下：

☑ str：表示原字符串；

☑ sub：表示要检索的子字符串；

☑ start：可选参数，表示检索范围的起始位置的索引，如果不指定，则从头开始检索；

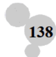
☑ end：可选参数，表示检索范围的结束位置的索引，如果不指定，则一直检索到结尾。

例如，定义一个字符串，然后应用 find()方法检索该字符串中首次出现“@”符号的位置索引，代码如下：

```
01  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02  print('字符串“',str1,'”中@符号首次出现的位置索引为：',str1.find('@'))
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
字符串“ @明日科技 @扎克伯格 @盖茨 ”中@符号首次出现的位置索引为： 0
```



说明

如果只是想要判断指定的字符串是否存在，可以使用 in 关键字实现。例如，上面的字符串 str1 中是否存在@符号，可以使用 print('@' in str1)，如果存在就返回 True，否则返回 False。另外，也可以根据 find()方法的返回值是否大于−1 来确定是否存在。

如果输入的子字符串在原字符串中不存在，将返回−1。例如下面的代码。

```
01  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02  print('字符串“',str1,'”中*符号首次出现的位置索引为：',str1.find('*'))
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
字符串“ @明日科技 @扎克伯格 @盖茨 ”中*符号首次出现的位置索引为： -1
```



说明

Python 的字符串对象还提供了 rfind()方法，其作用与 find()方法类似，只是从右边开始查找。

3. index()方法

index()方法与 find()方法类似，也是用于检索是否包含指定的子字符串。只不过如果使用 index()方法，当指定的字符串不存在时会抛出异常。其语法格式如下：

```
str.index(sub[, start[, end]])
```

参数说明如下：

- ☑ str：表示原字符串；
- ☑ sub：表示要检索的子字符串；
- ☑ start：可选参数，表示检索范围的起始位置的索引，如果不指定，则从头开始检索；
- ☑ end：可选参数，表示检索范围的结束位置的索引，如果不指定，则一直检索到结尾。

例如，定义一个字符串，然后应用 index()方法检索该字符串中首次出现“@”符号的位置索引，代码如下：

```
01  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02  print('字符串“',str1,'”中@符号首次出现的位置索引为：',str1.index('@'))
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
字符串“ @明日科技 @扎克伯格 @盖茨 ”中@符号首次出现的位置索引为： 0
```

如果输入的子字符串在原字符串中不存在，将会产生异常。例如下面的代码。

```
01    str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02    print('字符串 “',str1,'” 中*符号首次出现的位置索引为：',str1.index('*'))
```

上面的代码执行后，将显示如图 7.9 所示的异常。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 7, in <module>
    print('字符串 “',str1,'” 中*符号首次出现位置索引为：',str1.index('*'))
ValueError: substring not found
>>>
```

图 7.9　index 检索不存在元素时出现的异常


说明

Python 的字符串对象还提供了 rindex()方法，其作用与 index()方法类似，只是从右边开始查找。

4. startswith()方法

该方法用于检索字符串是否以指定子字符串开头。如果是，则返回 True，否则返回 False。语法格式如下：

```
str.startswith(prefix[, start[, end]])
```

参数说明如下：

☑ str：表示原字符串；
☑ prefix：表示要检索的子字符串；
☑ start：可选参数，表示检索范围的起始位置的索引，如果不指定，则从头开始检索；
☑ end：可选参数，表示检索范围的结束位置的索引，如果不指定，则一直检索到结尾。

例如，定义一个字符串，然后应用 startswith()方法检索该字符串是否以“@”符号开头，代码如下：

```
01    str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
02    print('判断字符串 “',str1,'” 是否以@符号开头，结果为：',str1.startswith('@'))
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
判断字符串 “ @明日科技 @扎克伯格 @盖茨 ” 是否以@符号开头，结果为： True
```

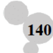
5. endswith()方法

该方法用于检索字符串是否以指定子字符串结尾。如果是，则返回 True，否则返回 False。语法格式如下：

```
str.endswith(suffix[, start[, end]])
```

参数说明如下：

☑ str：表示原字符串；



☑ suffix：表示要检索的子字符串；

☑ start：可选参数，表示检索范围的起始位置的索引，如果不指定，则从头开始检索；

☑ end：可选参数，表示检索范围的结束位置的索引，如果不指定，则一直检索到结尾。

例如，定义一个字符串，然后应用 endswith()方法检索该字符串是否以“.com”结尾，代码如下：

```
01    str1 = ' http://www.mingrisoft.com'
02    print('判断字符串“',str1,'”是否以.com 结尾，结果为：',str1.endswith('.com'))
```

上面的代码执行后，将显示以下结果。

```
判断字符串“ http://www.mingrisoft.com ”是否以.com 结尾，结果为： True
```

7.2.6　字母的大小写转换



在 Python 中，字符串对象提供了 lower()方法和 upper()方法进行字母的大小写转换。即，用于将大写字母 ABC 转换为小写字母 abc 或者将小写字母 abc 转换为大写字母 ABC，如图 7.10 所示。下面分别进行介绍。

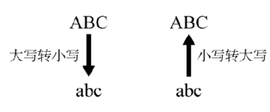


图 7.10　字母大小写转换示意图

1. lower()方法

lower()方法用于将字符串中的全部大写字母转换为小写字母。如果字符串中没有应该被转换的字符，则将原字符串返回；否则将返回一个新的字符串，将原字符串中每个该进行小写转换的字符都转换成等价的小写字符。字符长度与原字符长度相同。lower()方法的语法格式如下：

```
str.lower()
```

其中，str 为要进行转换的字符串。

例如，下面的代码将全部显示为小写字母。

```
01    str1 = 'WWW.Mingrisoft.com'
02    print('原字符串：',str1)
03    print('新字符串：',str1.lower())    # 转换为全部小写输出
```

2. upper()方法

该方法用于将字符串的全部小写字母转换为大写字母。如果字符串中没有应该被转换的字符，则将原字符串返回；否则返回一个新字符串，将原字符串中每个该进行大写转换的字符都转换成等价的大写

字符。新字符长度与原字符长度相同。lower()方法的语法格式如下：

```
str.upper()
```

其中，str 为要进行转换的字符串。

例如，下面的代码将全部显示为大写字母。

```
01  str1 = 'WWW.Mingrisoft.com'
02  print('原字符串：',str1)
03  print('新字符串：',str1.upper())  # 转换为全部大写输出
```

场景模拟： 在明日学院的会员注册模块中，要求会员名必须唯一，并且不区分字母的大小写，即 mr 和 MR 被认为是同一用户。

【例 7.5】 不区分大小写验证会员名是否唯一。（**实例位置：资源包\TM\sl\07\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checkusername.py 的文件，然后在该文件中定义一个字符串，内容为已经注册的会员名称，以“｜”进行分隔，然后使用 lower()方法将字符串转换为全部小写字母，接下来再应用 input()函数从键盘获取一个输入的注册名称，也将其转换为全部小写字母，再应用 if…else 语句和 in 关键字判断转换后的会员名是否存在于转换后的会员名称字符串中，并输出不同的判断结果，代码如下：

```
01  # 假设已经注册的会员名称保存在一个字符串中，以“｜”进行分隔
02  username_1 = '|MingRi|mr|mingrisoft|WGH|MRSoft|'
03  username_2 =username_1.lower()                  # 将会员名称字符串转换为全部小写
04  regname_1 = input('输入要注册的会员名称：')
05  regname_2 = '|' + regname_1.lower() + '|'       # 将要注册的会员名称也转换为全部小写
06  if regname_2 in username_2:                     # 判断输入的会员名称是否存在
07      print('会员名',regname_1,'已经存在！')
08  else:
09      print('会员名',regname_1,'可以注册！')
```

运行实例代码，输入 wgh 后，将显示如图 7.11 所示的结果；输入 python，将显示如图 7.12 所示的结果。

```
输入要注册的会员名称：wgh
会员名 wgh 已经存在!
>>>
```

图 7.11　输入的名称已经注册

```
输入要注册的会员名称：python
会员名 python 可以注册!
>>>
```

图 7.12　输入的名称可以注册

7.2.7　去除字符串中的空格和特殊字符

用户在输入数据时，可能会无意中输入多余的空格，或在一些情况下，字符串前后不允许出现空格和特殊字符，此时就需要去除字符串中的空格和特殊字符。例如，图 7.13 中“HELLO”这个字符串前后都有一个空格。可以使用 Python 中提供的 strip()函数去除字符串左右两边的空格和特殊字符，也可以使用 lstrip()函数去除字符串左边的空格和特殊字符，或使用 rstrip()函数去除字符串中右边的空格和特殊字符。





图 7.13　前后包含空格的字符串


说明

这里的特殊字符是指制表符\t、回车符\r、换行符\n 等。

1. strip()方法

strip()方法用于去掉字符串左、右两侧的空格和特殊字符，其语法格式如下：

```
str.strip([chars])
```

其中，str 为要去除空格的字符串；chars 为可选参数，用于指定要去除的字符，可以指定多个，例如设置 chars 为“@.”，则去除左、右两侧包括的“@”或“.”。如果不指定 chars 参数，默认将去除空格、制表符\t、回车符\r、换行符\n 等。

例如，先定义一个字符串，首尾包括空格、制表符、换行符和回车符等，然后去除空格和这些特殊字符；再定义一个字符串，首尾包括“@”或“.”字符，最后去掉“@”和“.”，代码如下：

```
01  str1 = ' http://www.mingrisoft.com   \t\n\r'
02  print('原字符串 str1：' + str1 + '。')
03  print('字符串：' + str1.strip() + '。')           # 去除字符串首尾的空格和特殊字符
04  str2 = '@明日科技.@.'
05  print('原字符串 str2：' + str2 + '。')
06  print('字符串：' + str2.strip('@.') + '。')       # 去除字符串首尾的“@”或者“.”
```

上面的代码运行后，将显示如图 7.14 所示的结果。

```
原字符串str1： http://www.mingrisoft.com
。
字符串：http://www.mingrisoft.com。
原字符串str2：@明日科技.@.。
字符串：明日科技。
>>>
```

图 7.14　strip()方法示例

2. lstrip()方法

lstrip()方法用于去掉字符串左侧的空格和特殊字符，其语法格式如下：

```
str.lstrip([chars])
```

其中，str 为要去除空格的字符串；chars 为可选参数，用于指定要去除的字符，可以指定多个，例如设置 chars 为“@.”，则去除左侧包括的“@”或“.”。如果不指定 chars 参数，默认将去除空格、制表符\t、回车符\r、换行符\n 等。

例如，先定义一个字符串，左侧包括一个制表符和一个空格，然后去除空格和制表符；再定义一个字符串，左侧包括一个“@”符号，最后去掉“@”符号，代码如下：

```
01  str1 = '\t http://www.mingrisoft.com'
02  print('原字符串 str1：' + str1 + '。')
03  print('字符串：' + str1.lstrip() + '。')        # 去除字符串左侧的空格和制表符
04  str2 = '@明日科技'
05  print('原字符串 str2：' + str2 + '。')
06  print('字符串：' + str2.lstrip('@') + '。')     # 去除字符串左侧的“@”
```

上面的代码运行后，将显示如图 7.15 所示的结果。

```
原字符串str1：	 http://www.mingrisoft.com。
字符串：http://www.mingrisoft.com。
原字符串str2：@明日科技。
字符串：明日科技。
>>>
```

图 7.15　lstrip()方法示例

3. rstrip()方法

rstrip()方法用于去掉字符串右侧的空格和特殊字符，其语法格式如下：

```
str.rstrip([chars])
```

其中，str 为要去除空格的字符串；chars 为可选参数，用于指定要去除的字符，可以指定多个，例如设置 chars 为“@.”，则去除右侧包括的“@”或“.”。如果不指定 chars 参数，默认将去除空格、制表符\t、回车符\r、换行符\n 等。

例如，先定义一个字符串，右侧包括一个制表符和一个空格，然后去除空格和制表符；再定义一个字符串，右侧包括一个逗号“,”，最后去掉逗号“,”，代码如下：

```
01  str1 = ' http://www.mingrisoft.com\t '
02  print('原字符串 str1：' + str1 + '。')
03  print('字符串：' + str1.rstrip() + '。')        # 去除字符串右侧的空格和制表符
04  str2 = '明日科技,'
05  print('原字符串 str2：' + str2 + '。')
06  print('字符串：' + str2.rstrip(',') + '。')     # 去除字符串右侧的逗号
```

上面的代码运行后，将显示如图 7.16 所示的结果。

```
原字符串str1： http://www.mingrisoft.com	 。
字符串： http://www.mingrisoft.com。
原字符串str2：明日科技,。
字符串：明日科技。
>>>
```

图 7.16　rstrip()方法示例

7.2.8　格式化字符串



格式化字符串的意思是先制定一个模板，在这个模板中预留几个空位，然后再根据需要填上相应的内容。这些空位需要通过指定的符号标记（也称为占位符），而这些符号还不会显示出来。在 Python 中，格式化字符串有以下两种方法。

1. 使用%操作符

在 Python 中，要实现格式化字符串，可以使用“%”操作符。语法格式如下：

```
'%[-][+][0][m][.n]格式化字符'%exp
```

参数说明如下：

☑ -：可选参数，用于指定左对齐，正数前方无符号，负数前面加负号。
☑ +：可选参数，用于指定右对齐，正数前方加正号，负数前方加负号。
☑ 0：可选参数，表示右对齐，正数前方元符号，负数前方加负号，用 0 填充空白处（一般与 m 参数一起使用）。
☑ m：可选参数，表示占有宽度。
☑ .n：可选参数，表示小数点后保留的位数。
☑ 格式化字符：用于指定类型，其值如表 7.1 所示。

表 7.1　常用的格式化字符

格 式 字 符	说　明	格 式 字 符	说　明
%s	字符串（采用 str()显示）	%r	字符串（采用 repr()显示）
%c	单个字符	%o	八进制整数
%d 或者%i	十进制整数	%e	指数（基底写为 e）
%x	十六进制整数	%E	指数（基底写为 E）
%f 或者%F	浮点数	%%	字符%

☑ exp：要转换的项。如果要指定的项有多个，需要通过元组的形式进行指定，但不能使用列表。

例如，格式化输出一个保存公司信息的字符串，代码如下：

```
01  template = '编号：%09d\t 公司名称：  %s \t 官网：  http://www.%s.com'  # 定义模板
02  context1 = (7,'百度','baidu')                                      # 定义要转换的内容 1
03  context2 = (8,'明日学院','mingrisoft')                              # 定义要转换的内容 2
04  print(template%context1)                                           # 格式化输出
05  print(template%context2)                                           # 格式化输出
```

上面的代码运行后将显示如图 7.17 所示的效果，即按照指定模板格式化输出两条公司信息。

```
编号：000000007 公司名称： 百度        官网： http://www.baidu.com
编号：000000008 公司名称： 明日学院    官网： http://www.mingrisoft.com
>>>
```

图 7.17　格式化输出公司信息

说明

由于使用%操作符是早期 Python 中提供的方法，自从 Python 2.6 版本开始，字符串对象提供了 format()方法对字符串进行格式化。现在一些 Python 社区也推荐使用这种方法。所以建议大家重点学习 format()方法的使用。

2. 使用字符串对象的 format()方法

字符串对象提供了 format()方法用于进行字符串格式化。其语法格式如下：

```
str.format(args)
```

其中，str 用于指定字符串的显示样式（即模板）；args 用于指定要转换的项，如果有多项，则用逗号进行分隔。

下面重点介绍如何创建模板。在创建模板时，需要使用"{}"和":"指定占位符，基本语法格式如下：

```
{[index][:[[fill]align][sign][#][width][.precision][type]]}
```

参数说明如下：

☑ index：可选参数，用于指定要设置格式的对象在参数列表中的索引位置，索引值从 0 开始。如果省略，则根据值的先后顺序自动分配。

说明

当一个模板中出现多个占位符时，指定索引位置的规范需统一。即全部采用手动指定，或者全部采用自动。例如，定义"'我是数值：{:d}，我是字符串：{1:s}'"模板是错误的，会抛出如图 7.18 所示的异常。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 17, in <module>
    print(template.format(7,'明日学院'))
ValueError: cannot switch from automatic field numbering to manual field specification
>>>
```

图 7.18　字段规范不统一抛出的异常

☑ fill：可选参数，用于指定空白处填充的字符。
☑ align：可选参数，用于指定对齐方式（值为"<"表示内容左对齐；值为">"表示内容右对齐；值为"="表示内容右对齐，将符号放在填充内容的最左侧，且只对数字类型有效；值为"^"表示内容居中），需要配合 width 一起使用。
☑ sign：可选参数，用于指定有无符号数（值为"+"表示正数加正号，负数加负号；值为"-"表示正数不变，负数加负号；值为空格表示正数加空格，负数加负号）。
☑ #：可选参数，对于二进制、八进制和十六进制，如果加上"#"，表示会显示 0b/0o/0x 前缀，否则不显示前缀。
☑ width：可选参数，用于指定所占宽度。
☑ .precision：可选参数，用于指定保留的小数位数。
☑ type：可选参数，用于指定类型，其值如表 7.2 所示。

表 7.2　formcat()方法中常用的格式化字符

格 式 字 符	说　　明	格 式 字 符	说　　明
S	对字符串类型格式化	b	将十进制整数自动转换成二进制表示再格式化
D	十进制整数	o	将十进制整数自动转换成八进制表示再格式化
C	将十进制整数自动转换成对应的 Unicode 字符	x 或者 X	将十进制整数自动转换成十六进制表示再格式化
e 或者 E	转换为科学记数法表示再格式化	f 或者 F	转换为浮点数（默认小数点后保留 6 位）再格式化
g 或者 G	自动在 e 和 f 或者 E 和 F 中切换	%	显示百分比（默认显示小数点后 6 位）

例如，定义一个保存公司信息的字符串模板，然后应用该模板输出不同公司的信息，代码如下：

```
01  template = '编号：{:0>9s}\t 公司名称：  {:s} \t 官网：  http://www.{:s}.com' # 定义模板
02  context1 = template.format('7','百度','baidu')                  # 转换内容 1
03  context2 = template.format('8','明日学院','mingrisoft')         # 转换内容 2
04  print(context1)                                                # 输出格式化后的字符串
05  print(context2)                                                # 输出格式化后的字符串
```

上面的代码运行后将显示如图 7.19 所示的效果，即按照指定模板格式输出两条公司信息。

```
编号：000000007 公司名称：  百度          官网：  http://www.baidu.com
编号：000000008 公司名称：  明日学院      官网：  http://www.mingrisoft.com
>>>
```

图 7.19　格式化输出公司信息

在实际开发中，数值类型有多种显示方式，比如货币形式、百分比形式等，使用 format()方法可以

将数值格式化为不同的形式。下面通过一个具体的实例进行说明。

【例 7.6】 格式化不同的数值类型数据。（实例位置：资源包\TM\sl\07\06）

在 IDLE 中创建一个名称为 formatnum.py 的文件，然后在该文件中将不同类型的数据进行格式化并输出，代码如下：

```
01    import math   # 导入 Python 的数学模块
02    # 以货币形式显示
03    print('1251+3950 的结果是（以货币形式显示）：￥{:,.2f}元'.format(1251+3950))
04    print('{0:.1f}用科学计数法表示：{0:E}'.format(120000.1))  # 用科学记数法表示
05    print('π 取 5 位小数点：{:.5f}'.format(math.pi))              # 输出小数点后五位
06    print('{0:d}的 16 进制结果是：{0:#x}'.format(100))            # 输出十六进制数
07    # 输出百分比，并且不带小数
08    print('天才是由 {:.0%} 的灵感，加上 {:.0%} 的汗水 。'.format(0.01,0.99))
```

运行实例代码，将显示如图 7.20 所示的结果。



图 7.20　格式化不同的数值类型数据

7.3　小　　结

本章首先介绍了字符串的编码转换问题，然后又对常用的字符串操作技术进行了详细的讲解，其中拼接、截取、分割、合并、检索和格式化字符串等都是需要重点掌握的技术。同时，这些内容也是作为一个 Python 程序员必须熟悉和掌握的知识。相信通过本章的学习，读者能够举一反三，对所学知识灵活运用，从而开发实用的 Python 程序。

第2篇

进阶提高

本篇介绍 Python 中使用正则表达式，函数，面向对象程序设计，模块，异常处理及程序调试，文件及目录操作，操作数据库等内容。学习完本篇，读者可以掌握更深一层的 Python 开发技术。

第 8 章

Python 中使用正则表达式

（视频讲解：45 分钟）

正则表达式（Regular Expression，常简写为 regex 或者 RE），又称规则表达式，它不是某个编程语言所特有的，是计算机科学的一个概念，通常被用来检索和替换符合某些规则的文本。目前，正则表达式已经在各种计算机语言（如 Java、C#和 Python 等）中得到了广泛的应用和发展。

在 Python 中，可以使用正则表达式进行与字符串相关的一些匹配。本章将重点介绍如何在 Python 中使用正则表达式。

通过阅读本章，您可以：

- **了解正则表达式的基本语法**
- **掌握在 Python 中使用正则表达式的语法格式**
- **掌握如何使用 re 模块匹配字符串**
- **掌握使用 re 模块替换字符串的方法**
- **掌握如何使用正则表达式分割字符串**

8.1　正则表达式语法



在处理字符串时，经常会有查找符合某些复杂规则的字符串的需求。正则表达式就是用于描述这些规则的工具。换句话说，正则表达式就是记录文本规则的代码。对于接触过 DOS 的用户来说，如果想匹配当前文件夹下所有的文本文件，可以输入“dir *.txt”命令，按 Enter 键后，所有“.txt”文件将会被列出来。这里的“*.txt”即可理解为一个简单的正则表达式。

8.1.1　行定位符

行定位符就是用来描述字符串的边界。“^”表示行的开始；“$”表示行的结尾。如：

```
^tm
```

该表达式表示要匹配字符串 tm 的开始位置是行头，如 tm　equal　Tomorrow　Moon 就可以匹配，而 Tomorrow Moon equal tm 则不匹配。但如果使用：

```
tm$
```

后者可以匹配，而前者不能匹配。如果要匹配的字符串可以出现在字符串的任意部分，那么可以直接写成：

```
tm
```

这样，两个字符串就都可以匹配了。

8.1.2　元字符

现在我们已经知道几个很有用的元字符了，如 ^和$。其实，正则表达式里还有更多的元字符，下面来看看更多的例子：

```
\bmr\w*\b
```

匹配以字母 mr 开头的单词，先是从某个单词开始处（\b），然后匹配字母 mr，接着是任意数量的字母或数字（\w*），最后是单词结束处（\b）。该表达式可以匹配“mrsoft”、“mrbook”和“mr123456”等。更多常用元字符如表 8.1 所示。

表 8.1　常用元字符

代　　码	说　　明
.	匹配除换行符以外的任意字符
\w	匹配字母或数字或下划线或汉字
\s	匹配任意的空白符
\d	匹配数字
\b	匹配单词的开始或结束
^	匹配字符串的开始
$	匹配字符串的结束

8.1.3　重复

在 8.1.2 节的例子中，使用“\w*”匹配任意数量的字母或数字。如果想匹配特定数量的数字，该如何表示呢？正则表达式为我们提供了限定符（指定数量的字符）来实现该功能。例如，匹配 8 位 QQ 号可用如下表达式：

```
^\d{8}$
```

常用的限定符如表 8.2 所示。

表 8.2　常用限定符

限　定　符	说　　明	举　　例
?	匹配前面的字符零次或一次	colou?r，该表达式可以匹配 colour 和 color
+	匹配前面的字符一次或多次	go+gle，该表达式可以匹配的范围从 gogle 到 goo...gle
*	匹配前面的字符零次或多次	go*gle，该表达式可以匹配的范围从 ggle 到 goo...gle
{n}	匹配前面的字符 n 次	go{2}gle，该表达式只匹配 google
{n,}	匹配前面的字符最少 n 次	go{2,}gle，该表达式可以匹配的范围从 google 到 goo...gle
{n,m}	匹配前面的字符最少 n 次，最多 m 次	employe{0,2}，该表达式可以匹配 employ、employe 和 employee 3 种情况

8.1.4　字符类

正则表达式查找数字和字母是很简单的，因为已经有了对应这些字符集合的元字符（如\d，\w），但是如果要匹配没有预定义元字符的字符集合（比如元音字母 a, e, i, o, u），应该怎么办？



很简单，只需要在方括号里列出它们就行了，像[aeiou]就匹配任何一个英文元音字母，[.?!] 匹配标点符号“.”、“?”或“!”。也可以轻松地指定一个字符范围，像 [0-9] 代表的含义与 \d 就是完全一致的：代表一位数字；同理，[a-z0-9A-Z_] 也完全等同于 \w（如果只考虑英文的话）。

说明

要想匹配给定字符串中任意一个汉字，可以使用[\u4e00-\u9fa5]；如果要匹配连续多个汉字，可以使用[\u4e00-\u9fa5]+。

8.1.5　排除字符

在 8.1.4 节列出的是匹配符合指定字符集合的字符串。现在反过来，匹配不符合指定字符集合的字符串。正则表达式提供了“^”字符。这个元字符在 8.1.1 节中出现过，表示行的开始，而这里将会放到方括号中，表示排除的意思。例如：

```
[^a-zA-Z]
```

该表达式用于匹配一个不是字母的字符。

8.1.6　选择字符

试想一下，如何匹配身份证号码呢？首先需要了解一下身份证号码的规则。身份证号码长度为 15 位或者 18 位。如果为 15 位，则全为数字；如果为 18 位，前 17 位为数字，最后一位是校验位，可能为数字或字符 X。

在上面的描述中，包含着条件选择的逻辑，这就需要使用选择字符（|）来实现。该字符可以理解为“或”，匹配身份证的表达式可以写成如下方式：

```
(^\d{15}$)|(^\d{18}$)|(^\d{17})(\d|X|x)$
```

该表达式的意思是可以匹配 15 位数字，或者 18 位数字，或者 17 位数字和最后一位。最后一位可以是数字或者是 X 或者是 x。

8.1.7　转义字符

正则表达式中的转义字符（\）和 Python 中的大同小异，都是将特殊字符（如“.”“?”“\”等）变为普通的字符。举一个 IP 地址的实例，用正则表达式匹配如 127.0.0.1 这样格式的 IP 地址。如果直接使用点字符，格式为：

```
[1-9]{1,3}.[0-9]{1,3}.[0-9]{1,3}.[0-9]{1,3}
```

这显然不对，因为“.”可以匹配一个任意字符。这时，不仅是 127.0.0.1 这样的 IP，连 127101011 这样的字串也会被匹配出来。所以在使用“.”时，需要使用转义字符（\）。修改后，上面的正则表达式格式为：

```
[1-9]{1,3}\.[0-9]{1,3}\.[0-9]{1,3}\.[0-9]{1,3}
```



说明

括号在正则表达式中也算是一个元字符。

8.1.8 分组

通过 8.1.6 节中的例子，相信读者已经对小括号的作用有了一定的了解。小括号字符的第一个作用就是可以改变限定符的作用范围，如“|”“*”“^”等。来看下面的一个表达式。

```
(thir|four)th
```

这个表达式的意思是匹配单词 thirth 或 fourth，如果不使用小括号，那么就变成了匹配单词 thir 和 fourth 了。

小括号的第二个作用是分组，也就是子表达式。例如(\.[0-9]{1,3}){3}，就是对分组(\.[0-9]{1,3})进行重复操作。

8.1.9 在 Python 中使用正则表达式语法

在 Python 中使用正则表达式时，是将其作为模式字符串使用的。例如，将匹配不是字母的一个字符的正则表达式表示为模式字符串，可以使用下面的代码：

```
'[^a-zA-Z]'
```

而如果将匹配以字母 m 开头的单词的正则表达式转换为模式字符串，则不能直接在其两侧添加引号定界符，例如，下面的代码是不正确的。

```
'\bm\w*\b'
```

而是需要将其中的“\”进行转义，转换后的代码为：

```
'\\bm\\w*\\b'
```

由于模式字符串中可能包括大量的特殊字符和反斜杠，所以需要写为原生字符串，即在模式字符串



前加 r 或 R。例如，上面的模式字符串采用原生字符串表示就是：

```
r'\bm\w*\b'
```



说明

在编写模式字符串时，并不是所有的反斜杠都需要进行转换。例如，前面编写的正则表达式“^\d{8}$”中的反斜杠就不需要转义，因为其中的\d 并没有特殊意义。不过，为了编写方便，本书中所写正则表达式都采用原生字符串表示。

8.2　使用 re 模块实现正则表达式操作

在 8.1 节介绍了正则表达式的语法，本节将介绍如何在 Python 中使用正则表达式。Python 提供了 re 模块，用于实现正则表达式的操作。在实现时，可以使用 re 模块提供的方法（如 search()、match()、findall()等）进行字符串处理，也可以先使用 re 模块的 compile()方法将模式字符串转换为正则表达式对象，然后再使用该正则表达式对象的相关方法来操作字符串。

re 模块在使用时，需要先应用 import 语句引入，具体代码如下：

```
import re
```

如果在使用 re 模块时，未将其引入，将抛出如图 8.1 所示的异常。

```
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\test.py", line 22, in <module>
    pattern =re.compile(pattern)
NameError: name 're' is not defined
>>>
```

图 8.1　未引入 re 模块异常

8.2.1　匹配字符串



匹配字符串可以使用 re 模块提供的 match()、search()和 findall()等方法。下面分别进行介绍。

1. 使用 match()方法进行匹配

match()方法用于从字符串的开始处进行匹配，如果在起始位置匹配成功，则返回 Match 对象，否则返回 None。其语法格式如下：

```
re.match(pattern, string, [flags])
```

参数说明如下：

☑ pattern：表示模式字符串，由要匹配的正则表达式转换而来。

☑ string：表示要匹配的字符串。

☑ flags：可选参数，表示标志位，用于控制匹配方式，如是否区分字母大小写。常用的标志如表 8.3 所示。

表 8.3　常用标志

标　志	说　明
A 或 ASCII	对于\w、\W、\b、\B、\d、\D、\s 和\S 只进行 ASCII 匹配（仅适用于 Python 3.x）
I 或 IGNORECASE	执行不区分字母大小写的匹配
M 或 MULTILINE	将^和$用于包括整个字符串的开始和结尾的每一行（默认情况下，仅适用于整个字符串的开始和结尾处）
S 或 DOTALL	使用“.”字符匹配所有字符，包括换行符
X 或 VERBOSE	忽略模式字符串中未转义的空格和注释

例如，匹配字符串是否以“mr_”开头，不区分字母大小写，代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'mr_\w+'                          # 模式字符串
03  string = 'MR_SHOP mr_shop'                   # 要匹配的字符串
04  match = re.match(pattern,string,re.I)        # 匹配字符串，不区分大小写
05  print(match)                                 # 输出匹配结果
06  string = '项目名称 MR_SHOP mr_shop'
07  match = re.match(pattern,string,re.I)        # 匹配字符串，不区分大小写
08  print(match)                                 # 输出匹配结果
```

执行结果如下：

```
<_sre.SRE_Match object; span=(0, 7), match='MR_SHOP'>
None
```

从上面的执行结果中可以看出，字符串“MR_SHOP”是以“mr_”开头，所以返回一个 Match 对象，而字符串“项目名称 MR_SHOP”不是以“mr_”开头，所以返回 None。这是因为 match()方法从字符串的开始位置开始匹配，当第一个字母不符合条件时，则不再进行匹配，直接返回 None。

Match 对象中包含了匹配值的位置和匹配数据。其中，要获取匹配值的起始位置可以使用 Match 对象的 start()方法；要获取匹配值的结束位置可以使用 end()方法；通过 span()方法可以返回匹配位置的元组；通过 string 属性可以获取要匹配的字符串。例如下面的代码：

```
01  import re
02  pattern = r'mr_\w+'                          # 模式字符串
03  string = 'MR_SHOP mr_shop'                   # 要匹配的字符串
04  match = re.match(pattern,string,re.I)        # 匹配字符串，不区分大小写
```

```
05    print('匹配值的起始位置：',match.start())
06    print('匹配值的结束位置：',match.end())
07    print('匹配位置的元组：',match.span())
08    print('要匹配的字符串：',match.string)
09    print('匹配数据：',match.group())
```

执行结果如下：

```
匹配值的起始位置：  0
匹配值的结束位置：  7
匹配位置的元组：  (0, 7)
要匹配字符串：  MR_SHOP mr_shop
匹配数据：  MR_SHOP
```

【例 8.1】 验证输入的手机号码是否合法。（**实例位置：资源包\TM\sl\08\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checkmobile.py 的文件，然后在该文件中导入 Python 的 re 模块，再定义一个验证手机号码的模式字符串，最后应用该模式字符串验证两个手机号码，并输出验证结果，代码如下：

```
01    import re                                          # 导入 Python 的 re 模块
02    pattern = r'(13[4-9]\d{8})$|(15[01289]\d{8})$'
03    mobile = '13634222222'
04    match = re.match(pattern, mobile)                  # 进行模式匹配
05    if match == None:                                  # 判断是否为 None，为真表示匹配失败
06        print(mobile, '不是有效的中国移动手机号码。')
07    else:
08        print(mobile, '是有效的中国移动手机号码。')
09    mobile = '13144222221'
10    match = re.match(pattern, mobile)                  # 进行模式匹配
11    if match == None:                                  # 判断是否为 None，为真表示匹配失败
12        print(mobile, '不是有效的中国移动手机号码。')
13    else:
14        print(mobile, '是有效的中国移动手机号码。')
```

运行实例代码，将显示如图 8.2 所示的结果。

```
13634222222 是有效的中国移动手机号码。
13144222221 不是有效的中国移动手机号码。
>>>
```

图 8.2　验证输入的手机号码是否合法

2. 使用 search()方法进行匹配

search()方法用于在整个字符串中搜索第一个匹配的值，如果在起始位置匹配成功，则返回 Match 对象，否则返回 None。其语法格式如下：

```
re.search(pattern, string, [flags])
```

参数说明如下：

☑ pattern：表示模式字符串，由要匹配的正则表达式转换而来。

☑ string：表示要匹配的字符串。

☑ flags：可选参数，表示标志位，用于控制匹配方式，如是否区分字母大小写。常用的标志如表 8.3 所示。

例如，搜索第一个以“mr_”开头的字符串，不区分字母大小写，代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'mr_\w+'                              # 模式字符串
03  string = 'MR_SHOP mr_shop'                       # 要匹配的字符串
04  match = re.search(pattern,string,re.I)           # 搜索字符串，不区分大小写
05  print(match)                                     # 输出匹配结果
06  string = '项目名称 MR_SHOP mr_shop'
07  match = re.search(pattern,string,re.I)           # 搜索字符串，不区分大小写
08  print(match)                                     # 输出匹配结果
```

执行结果如下：

```
<_sre.SRE_Match object; span=(0, 7), match='MR_SHOP'>
<_sre.SRE_Match object; span=(4, 11), match='MR_SHOP'>
```

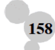
从上面的运行结果中可以看出，search()方法不仅仅是在字符串的起始位置搜索，其他位置有符合的匹配也可以。

【例 8.2】 验证是否出现危险字符。（**实例位置：资源包\TM\sl\08\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checktnt.py 的文件，然后在该文件中导入 Python 的 re 模块，再定义一个验证危险字符的模式字符串，最后应用该模式字符串验证两段文字，并输出验证结果，代码如下：

```
01  import re                                        # 导入 Python 的 re 模块
02  pattern = r'(黑客)|(抓包)|(监听)|(Trojan)'        # 模式字符串
03  about = '我是一名程序员，我喜欢看黑客方面的图书，想研究一下 Trojan。'
04  match = re.search(pattern, about)                # 进行模式匹配
05  if match == None:                                # 判断是否为 None，为真表示匹配失败
06      print(about, '@ 安全！')
07  else:
08      print(about, '@ 出现了危险词汇！')
09  about = '我是一名程序员，我喜欢看计算机网络方面的图书，喜欢开发网站。'
10  match = re.match(pattern, about)                 # 进行模式匹配
11  if match == None:                                # 判断是否为 None，为真表示匹配失败
12      print(about, '@ 安全！')
13  else:
14      print(about, '@ 出现了危险词汇！')
```

运行实例代码，将显示如图 8.3 所示的结果。



```
我是一名程序员，我喜欢看黑客方面的图书，想研究一下Trojan。 @ 出现了危险词汇!
我是一名程序员，我喜欢看计算机网络方面的图书，喜欢开发网站。 @ 安全!
>>>
```

图 8.3　验证是否出现危险字符

3. 使用 findall()方法进行匹配

findall()方法用于在整个字符串中搜索所有符合正则表达式的字符串，并以列表的形式返回。如果匹配成功，则返回包含匹配结构的列表，否则返回空列表。其语法格式如下：

```
re.findall(pattern, string, [flags])
```

参数说明如下：

☑ pattern：表示模式字符串，由要匹配的正则表达式转换而来。

☑ string：表示要匹配的字符串。

☑ flags：可选参数，表示标志位，用于控制匹配方式，如是否区分字母大小写。常用的标志如表 8.3 所示。

例如，搜索以“mr_”开头的字符串，代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'mr_\w+'                              # 模式字符串
03  string = 'MR_SHOP mr_shop'                       # 要匹配的字符串
04  match = re.findall(pattern,string,re.I)          # 搜索字符串，不区分大小写
05  print(match)                                     # 输出匹配结果
06  string = '项目名称 MR_SHOP mr_shop'
07  match = re.findall(pattern,string)               # 搜索字符串，区分大小写
08  print(match)                                     # 输出匹配结果
```

执行结果如下：

```
['MR_SHOP', 'mr_shop']
['mr_shop']
```

如果在指定的模式字符串中包含分组，则返回与分组匹配的文本列表。例如下面的代码：

```
01  import re
02  pattern = r'[1-9]{1,3}(\.[0-9]{1,3}){3}'          # 模式字符串
03  str1 = '127.0.0.1 192.168.1.66'                  # 要配置的字符串
04  match = re.findall(pattern,str1)                 # 进行模式匹配
05  print(match)
```

上面的代码执行结果如下：

```
['.1', '.66']
```

从上面的结果中可以看出，并没有得到匹配的 IP 地址，这是因为在模式字符串中出现了分组，所

以得到的结果是根据分组进行匹配的结果，即“(\.[0-9]{1,3})”匹配的结果。如果想获取整个模式字符串的匹配，可以将整个模式字符串使用一对小括号进行分组。然后在获取结果时，只取返回值列表的每个元素（是一个元组）的第 1 个元素。代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'([1-9]{1,3}(\.[0-9]{1,3}){3})'          # 模式字符串
03  str1 = '127.0.0.1 192.168.1.66'                      # 要配置的字符串
04  match = re.findall(pattern,str1)                     # 进行模式匹配
05  for item in match:
06      print(item[0])
```

执行结果如下：

```
127.0.0.1
192.168.1.66
```

8.2.2 替换字符串



sub()方法用于实现字符串替换。其语法格式如下：

```
re.sub(pattern, repl, string, count, flags)
```

参数说明如下：

☑ pattern：表示模式字符串，由要匹配的正则表达式转换而来。

☑ repl：表示替换的字符串。

☑ string：表示要被查找替换的原始字符串。

☑ count：可选参数，表示模式匹配后替换的最大次数，默认值为 0，表示替换所有的匹配。

☑ flags：可选参数，表示标志位，用于控制匹配方式，如是否区分字母大小写。常用的标志如表 8.3 所示。

例如，隐藏中奖信息中的手机号码，代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'1[34578]\d{9}'                            # 定义要替换的模式字符串
03  string = '中奖号码为：84978981 联系电话为：13611111111'
04  result = re.sub(pattern,'1XXXXXXXXXX',string)         # 替换字符串
05  print(result)
```

执行结果如下：

```
中奖号码为：84978981 联系电话为：1××××××××××
```

【例 8.3】 替换出现的危险字符。（**实例位置：资源包\TM\sl\08\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checktnt.py 的文件，然后在该文件中导入 Python 的 re 模块，再定义一



个验证危险字符的模式字符串，最后应用该模式字符串验证两段文字，并输出验证结果，代码如下：

```
01  import re   # 导入 Python 的 re 模块
02  pattern = r'(黑客)|(抓包)|(监听)|(Trojan)'          # 模式字符串
03  about = '我是一名程序员，我喜欢看黑客方面的图书，想研究一下 Trojan。'
04  sub = re.sub(pattern, '@_@', about)                # 进行模式替换
05  print(sub)
06  about = '我是一名程序员，我喜欢看计算机网络方面的图书，喜欢开发网站。'
07  sub = re.sub(pattern, '@_@', about)                # 进行模式替换
08  print(sub)
```

运行实例代码，将显示如图 8.4 所示的结果。

```
我是一名程序员，我喜欢看@_@方面的图书，想研究一下@_@。
我是一名程序员，我喜欢看计算机网络方面的图书，喜欢开发网站。
>>>
```

图 8.4　替换出现的危险字符

8.2.3　使用正则表达式分割字符串



split()方法用于实现根据正则表达式分割字符串，并以列表的形式返回。其作用与 7.2.4 节介绍的字符串对象的 split()方法类似，所不同的就是分割字符由模式字符串指定。其语法格式如下：

```
re.split(pattern, string, [maxsplit], [flags])
```

参数说明如下：

☑ pattern：表示模式字符串，由要匹配的正则表达式转换而来。
☑ string：表示要匹配的字符串。
☑ maxsplit：可选参数，表示最大的拆分次数。
☑ flags：可选参数，表示标志位，用于控制匹配方式，如是否区分字母大小写。常用的标志如表 8.3 所示。

例如，从给定的 URL 地址中提取出请求地址和各个参数，代码如下：

```
01  import re
02  pattern = r'[?|&]'                          # 定义分隔符
03  url = 'http://www.mingrisoft.com/login.jsp?username="mr"&pwd="mrsoft"'
04  result = re.split(pattern,url)              # 分割字符串
05  print(result)
```

执行结果如下：

```
['http://www.mingrisoft.com/login.jsp', 'username="mr"', 'pwd="mrsoft"']
```

场景模拟：微博的@好友栏目中，输入“@明日科技 @扎克伯格 @盖茨”（好友名称之间用一个

空格区分），即可同时@三个好友。

【例 8.4】 输出被@的好友名称（副本）。**（实例位置：资源包\TM\sl\08\04）**

在 IDLE 中创建一个名称为 atfriend-split1.py 的文件，然后在该文件中定义一个字符串，内容为“@明日科技 @扎克伯格 @盖茨”，然后使用 re 模块的 split()方法对该字符串进行分割，从而获取到好友名称，并输出，代码如下：

```
01  import re
02  str1 = '@明日科技 @扎克伯格 @盖茨'
03  pattern = r'\s*@'
04  list1 = re.split(pattern,str1)          # 用空格和@或单独的@分割字符串
05  print('您@的好友有：')
06  for item in list1:
07      if item != "":                       # 输出不为空的元素
08          print(item)                      # 输出每个好友名
```

运行结果如图 8.5 所示。

```
您@的好友有：
明日科技
扎克伯格
盖茨
>>>
```

图 8.5　输出被@的好友

8.3　小　　结

本章首先对正则表达式的基本语法进行了简要介绍，然后又介绍了在 Python 中如何应用 re 模块实现正则表达式匹配等技术。正则表达式在实际项目开发中，经常被用于指定模式匹配规则，从而实现替换功能。所以掌握正则表达式也是 Python 开发中的一项重要内容。另外，由于正则表达式已经发展得很成熟，其基本语法远不止本章所涉及的这些内容，所以如果想要对正则表达式进行更深入的研究，还需要查阅一些其他资料。

第 9 章

函数

（视频讲解：118 分钟）

在前面的章节中，所有编写的代码都是从上到下依次执行的，如果某段代码需要多次使用，那么需要将该段代码复制多次。这种做法势必会影响开发效率。在实际项目开发中是不可取的。那么如果想让某一段代码多次使用，应该怎么做呢？在 Python 中，提供了函数。我们可以把实现某一功能的代码定义为一个函数，然后在需要使用时，随时调用即可，十分方便。对于函数，简单地理解就是可以完成某项工作的代码块，有点类似积木块，可以反复地使用。

本章将对如何定义和调用函数，以及函数的参数、变量的作用域、匿名函数等进行详细介绍。

通过阅读本章，您可以：

- **掌握如何创建和调用函数**
- **了解形式参数和实际参数**
- **掌握如何指定位置参数和关键字参数**
- **掌握如何为参数设置默认值**
- **掌握可变参数的应用**
- **掌握如何为函数指定返回值**
- **了解变量的作用域**
- **掌握如何使用 lambda 表达式创建匿名函数**

9.1　函数的创建和调用



提到函数，大家可能会想到数学函数吧，函数是数学最重要的一个模块，贯穿整个数学。在 Python 中，函数的应用非常广泛。在前面我们已经多次接触过函数。例如，用于输出的 print()函数，用于输入的 input()函数，以及用于生成一系列整数的 range()函数。但这些都是 Python 内置的标准函数，可以直接使用。除了可以直接使用的标准函数外，Python 还支持自定义函数。即通过将一段有规律的、重复的代码定义为函数，来达到一次编写、多次调用的目的。使用函数可以提高代码的重复利用率。

9.1.1　创建一个函数

创建函数也称为定义函数，可以理解为创建一个具有某种用途的工具。使用 def 关键字实现，具体的语法格式如下：

```
def functionname([parameterlist]):
    ['''comments''']
    [functionbody]
```

参数说明如下：

☑ functionname：函数名称，在调用函数时使用。

☑ parameterlist：可选参数，用于指定向函数中传递的参数。如果有多个参数，各参数间使用逗号“,”分隔。如果不指定，则表示该函数没有参数。在调用时，也不指定参数。

注意

当函数没有参数时，必须保留一对空的小括号“()”，否则将显示如图 9.1 所示的错误提示对话框。

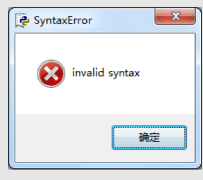


图 9.1　语法错误对话框



☑ '''comments'''：可选参数，表示为函数指定注释，注释的内容通常是说明该函数的功能、要传递的参数的作用等，可以为用户提供友好提示和帮助的内容。

说明

在定义函数时，如果指定了'''comments'''参数，那么在调用函数时，输入函数名称及左侧的小括号时，就会显示该函数的帮助信息，如图 9.2 所示。这些帮助信息就是通过定义的注释提供的。

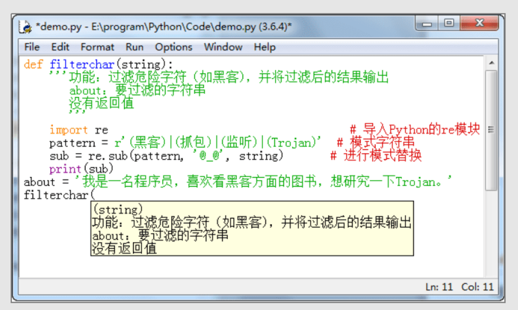


图 9.2　调用函数时显示友好提示

注意

如果在输入函数名和左侧括号后，没有显示友好提示，那么就要检查函数本身是否有误，检查方法可以是在未调用该方法时，先按快捷键 F5 执行一遍代码。

☑ functionbody：可选参数，用于指定函数体，即该函数被调用后，要执行的功能代码。如果函数有返回值，可以使用 return 语句返回。

注意

函数体“functionbody”和注释“'''comments'''”相对于 def 关键字必须保持一定的缩进。

说明

如果想定义一个什么也不做的空函数，可以使用 pass 语句作为占位符。

例如，定义一个过滤危险字符的函数 filterchar()，代码如下：

```
01  def filterchar(string):
02      '''功能：过滤危险字符（如黑客），并将过滤后的结果输出
03          about：要过滤的字符串
04          没有返回值
05          '''
06      import re                                  # 导入 Python 的 re 模块
07      pattern = r'(黑客)|(抓包)|(监听)|(Trojan)'   # 模式字符串
08      sub = re.sub(pattern, '@_@', string)       # 进行模式替换
09      print(sub)
```

运行上面的代码，将不显示任何内容，也不会抛出异常，因为 filterchar()函数还没有调用。

9.1.2　调用函数

调用函数也就是执行函数。如果把创建的函数理解为创建一个具有某种用途的工具，那么调用函数就相当于使用该工具。调用函数的基本语法格式如下：

```
functionname([parametersvalue])
```

参数说明如下：

☑ functionname：函数名称，要调用的函数名称必须是已经创建好的。

☑ parametersvalue：可选参数，用于指定各个参数的值。如果需要传递多个参数值，则各参数值间使用逗号“,”分隔。如果该函数没有参数，则直接写一对小括号即可。

例如，调用 9.1.1 节创建的 filterchar()函数，可以使用下面的代码。

```
01  about = '我是一名程序员，喜欢看黑客方面的图书，想研究一下 Trojan。'
02  filterchar(about)
```

调用 filterchar()函数后，将显示如图 9.3 所示的结果。

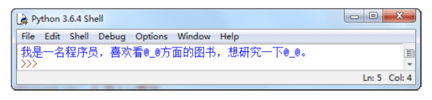


图 9.3　调用 filterchar()函数的结果

场景模拟：第 5 章的实例 5.1 实现了每日一帖功能，但是这段代码只能执行一次，如果想要再次输出，还需要再重新写一遍。如果把这段代码定义为一个函数，那么就可以多次显示每日一帖了。

【例 9.1】 输出每日一帖（共享版）。（**实例位置：资源包\TM\sl\09\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 function_tips.py 的文件，然后在该文件中创建一个名称为 function_tips 的函数，在该函数中，从励志文字列表中获取一条励志文字并输出，最后再调用函数 function_tips()，



代码如下：

```
01  def function_tips():
02      '''功能：每天输出一条励志文字
03      '''
04      import datetime                              # 导入日期时间类
05      # 定义一个列表
06      mot = ["坚持下去不是因为我很坚强，而是因为我别无选择",
07             "含泪播种的人一定能笑着收获",
08             "做对的事情比把事情做对重要",
09             "命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯",
10             "明日永远新鲜如初，纤尘不染",
11             "求知若饥，虚心若愚",
12             "成功将属于那些从不说“不可能”的人"]
13      day = datetime.datetime.now().weekday()      # 获取当前星期
14      print(mot[day])                              # 输出每日一帖
15  # *****************************调用函数*********************************#
16  function_tips()                                  # 调用函数
```

运行结果如图 9.4 所示。

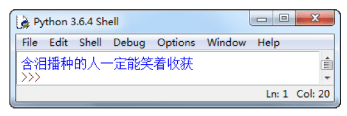


图 9.4　调用函数输出每日一帖

9.2　参数传递

在调用函数时，大多数情况下，主调函数和被调用函数之间有数据传递关系，这就是有参数的函数形式。函数参数的作用是传递数据给函数使用，函数利用接收的数据进行具体的操作处理。

函数参数在定义函数时放在函数名称后面的一对小括号中，如图 9.5 所示。

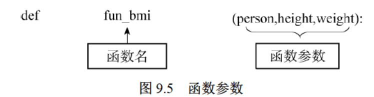


图 9.5　函数参数

9.2.1　了解形式参数和实际参数



在使用函数时，经常会用到形式参数和实际参数。两者都叫作参数，二者之间的区别将先通过形式

参数与实际参数的作用来进行讲解，再通过一个比喻和实例进行深入理解。

1. 通过作用理解

形式参数和实际参数在作用上的区别如下。

☑ 形式参数：在定义函数时，函数名后面括号中的参数为“形式参数”。

☑ 实际参数：在调用一个函数时，函数名后面括号中的参数为“实际参数”。也就是将函数的调用者提供给函数的参数称为实际参数。通过图 9.6 可以更好地理解。

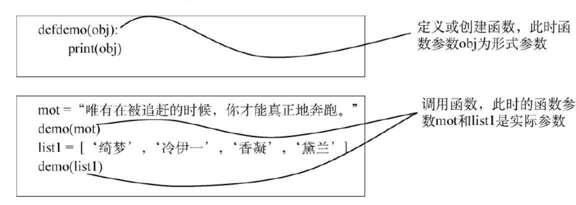


图 9.6　形式参数与实际参数

根据实际参数的类型不同，可以分为将实际参数的值传递给形式参数，和将实际参数的引用传递给形式参数两种情况。其中，当实际参数为不可变对象时，进行的是值传递；当实际参数为可变对象时，进行的是引用传递。实际上，值传递和引用传递的基本区别就是，进行值传递后，改变形式参数的值，实际参数的值不变；而进行引用传递后，改变形式参数的值，实际参数的值也一同改变。

例如，定义一个名称为 demo 的函数，然后为 demo()函数传递一个字符串类型的变量作为参数（代表值传递），并在函数调用前后分别输出该字符串变量，再为 demo()函数传递一下列表类型的变量作为参数（代表引用传递），并在函数调用前后分别输出该列表。代码如下：

```
01  # 定义函数
02  def demo(obj):
03      print("原值：",obj)
04      obj += obj
05  #调用函数
06  print("=========值传递========")
07  mot = "唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。"
08  print("函数调用前：",mot)
09  demo(mot)   #采用不可变对象——字符串
10  print("函数调用后：",mot)
11  print("=========引用传递 ========")
12  list1 =  ['绮梦','冷伊一','香凝','黛兰']
13  print("函数调用前：",list1)
14  demo(list1)  #采用可变对象——列表
15  print("函数调用后：",list1)
```

上面代码的执行结果如下：



```
=========值传递========
函数调用前：  唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
原值：  唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
函数调用后：  唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
=========引用传递 ========
函数调用前：  ['绮梦', '冷伊一', '香凝', '黛兰']
原值：  ['绮梦', '冷伊一', '香凝', '黛兰']
函数调用后：  ['绮梦', '冷伊一', '香凝', '黛兰', '绮梦', '冷伊一', '香凝', '黛兰']
```

从上面的执行结果中可以看出，在进行值传递时，改变形式参数的值后，实际参数的值不改变；在进行引用传递时，改变形式参数的值后，实际参数的值也发生改变。

2. 通过一个比喻来理解形式参数和实际参数

函数定义时参数列表中的参数就是形式参数，而函数调用时传递进来的参数就是实际参数，就像剧本选主角一样，剧本的角色相当于形式参数，而演角色的演员就相当于实际参数。

场景模拟：第 2 章的实例 2.1 实现了根据身高和体重计算 BMI 指数，但是这段代码只能计算一个固定的身高和体重（可以理解为一个人的），如果想要计算另一个身高和体重（即另一个人的）对应的 BMI 指数，那么还需要把这段代码再重新写一遍。如果把这段代码定义为一个函数，那么就可以计算多个人的 BMI 指数了。

【例 9.2】 根据身高、体重计算 BMI 指数（共享版）。**（实例位置：资源包\TM\sl\09\02）**

在 IDLE 中创建一个名称为 function_bmi.py 的文件，然后在该文件中定义一个名称为 fun_bmi 的函数，该函数包括 3 个参数，分别用于指定姓名、身高和体重，再根据公式：BMI=体重/（身高×身高）计算 BMI 指数，并输出结果，最后在函数体外调用两次 fun_bmi 函数，代码如下：

```
01  def fun_bmi(person,height,weight):
02      '''功能：根据身高和体重计算 BMI 指数
03          person：姓名
04          height：身高，单位：米
05          weight：体重，单位：千克
06      '''
07      print(person + "的身高：" + str(height) + "米  \t  体重：" + str(weight) + "千克")
08      bmi=weight/(height*height)                    # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
09      print(person + "的 BMI 指数为："+str(bmi))     # 输出 BMI 指数
10      # 判断身材是否合理
11      if bmi<18.5:
12          print("您的体重过轻  ~@_@~\n")
13      if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
14          print("正常范围，注意保持  (-_-)\n")
15      if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
16          print("您的体重过重  ~@_@~\n")
17      if bmi>=29.9:
18          print("肥胖  ^@_@^\n")
19  #*****************************调用函数***********************************#
20  fun_bmi("路人甲",1.83,60)                         # 计算路人甲的 BMI 指数
```

```
21    fun_bmi("路人乙",1.60,50)                    # 计算路人乙的 BMI 指数
```

运行结果如图 9.7 所示。

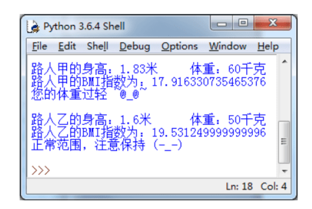


图 9.7　根据身高、体重计算 BMI 指数

从该实例代码和运行结果可以看出：

（1）定义一个根据身高、体重计算 BMI 指数的函数 fun_bmi()，在定义函数时指定的变量 person、height 和 weight 称为形式参数。

（2）在函数 fun_bmi()中根据形式参数的值计算 BMI 指数，并输出相应的信息。

（3）在调用 fun_bmi()函数时，指定的“路人甲”、1.83 和 60 等都是实际参数，在函数执行时，这些值将被传递给对应的形式参数。

9.2.2　位置参数



位置参数也称必备参数，是必须按照正确的顺序传到函数中，即调用时的数量和位置必须和定义时是一样的。下面分别进行介绍。

1. 数量必须与定义时一致

在调用函数时，指定的实际参数的数量必须与形式参数的数量一致，否则将抛出 TypeError 异常，提示缺少必要的位置参数。

例如，调用实例 9.2 中编写的根据身高、体重计算 BMI 指数的函数 fun_bmi(person,height,weight)，将参数少传一个，即只传递两个参数，代码如下：

```
fun_bmi("路人甲",1.83)         # 计算路人甲的 BMI 指数
```

函数调用后，将显示如图 9.8 所示的异常信息。

从图 9.8 所示的异常信息中可以看出，抛出的异常类型为 TypeError，具体的意思是“fun_bmi()方法缺少一个必要的位置参数 weight”。

2. 位置必须与定义时一致

在调用函数时，指定的实际参数的位置必须与形式参数的位置一致，否则将产生以下两种结果。



```
Python 3.6.4 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
================= RESTART: E:\program\Python\Code\demo.py =================
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\demo.py", line 20, in <module>
    fun_bmi("路人甲",1.83)  # 计算路人甲的BMI指数
TypeError: fun_bmi() missing 1 required positional argument: 'weight'
>>>
Ln: 24  Col: 4
```

图 9.8　缺少必要的参数抛出的异常

☑　抛出 TypeError 异常

抛出异常的情况主要是因为实际参数的类型与形式参数的类型不一致，并且在函数中，这两种类型不能正常转换。

例如，调用实例 9.2 中编写的 fun_bmi(person,height,weight)函数，将第 1 个参数和第 2 个参数位置调换，代码如下：

```
fun_bmi(60，"路人甲",1.83)            # 计算路人甲的 BMI 指数
```

函数调用后，将显示如图 9.9 所示的异常信息。主要是因为传递的整型数值不能与字符串进行连接操作。

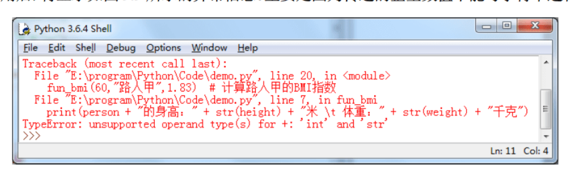


图 9.9　提示不支持的操作数类型

☑　产生的结果与预期不符

在调用函数时，如果指定的实际参数与形式参数的位置不一致，但是它们的数据类型一致，那么就不会抛出异常，而是产生结果与预期不符的问题。

例如，调用实例 9.2 中编写的 fun_bmi(person,height,weight)函数，将第 2 个参数和第 3 个参数位置调换，代码如下：

```
fun_bmi("路人甲",60,1.83)            # 计算路人甲的 BMI 指数
```

函数调用后，将显示如图 9.10 所示的结果。从结果中可以看出，虽然没有抛出异常，但是得到的结果与预期不一致。

说明

由于调用函数时，传递的实际参数的位置与形式参数的位置不一致时并不会总是抛出异常，所以在调用函数时一定要确定好位置，否则产生 Bug，还不容易被发现。

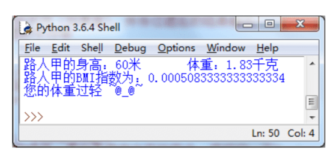


图 9.10 结果与预期不符

9.2.3 关键字参数



关键字参数是指使用形式参数的名字来确定输入的参数值。通过该方式指定实际参数时，不再需要与形式参数的位置完全一致。只要将参数名写正确即可。这样可以避免用户需要牢记参数位置的麻烦，使得函数的调用和参数传递更加灵活方便。

例如，调用实例 9.2 中编写的 fun_bmi(person,height,weight)函数，通过关键字参数指定各个实际参数，代码如下：

```
fun_bmi( height = 1.83, weight = 60, person = "路人甲")          # 计算路人甲的 BMI 指数
```

函数调用后，将显示以下结果。

```
路人甲的身高：1.83 米      体重：60 千克
路人甲的 BMI 指数为：17.916330735465376
您的体重过轻 ~@_@~
```

从上面的结果中可以看出，虽然在指定实际参数时，顺序与定义函数时不一致，但是运行结果与预期是一致的。

9.2.4 为参数设置默认值



调用函数时，如果没有指定某个参数将抛出异常，为了解决这个问题，我们可以为参数设置默认值，即在定义函数时，直接指定形式参数的默认值。这样，当没有传入参数时，则直接使用定义函数时设置的默认值。定义带有默认值参数的函数的语法格式如下：

```
def functionname(...,[parameter1 = defaultvalue1]):
    [functionbody]
```

参数说明如下：

☑ functionname：函数名称，在调用函数时使用；

☑ parameter1 = defaultvalue1：可选参数，用于指定向函数中传递的参数，并且为该参数设置默认值为 defaultvalue1；



☑　functionbody：可选参数，用于指定函数体，即该函数被调用后，要执行的功能代码。

注意

在定义函数时，指定默认的形式参数必须在所有参数的最后，否则将产生语法错误。

例如，修改实例 9.2 中定义的根据身高、体重计算 BMI 指数的函数 fun_bmi()，为其第一个参数指定默认值，修改后的代码如下：

```
01  def fun_bmi(height,weight, person = "路人"):
02      '''功能：根据身高和体重计算 BMI 指数
03          person：姓名
04          height：身高，单位：米
05          weight：体重，单位：千克
06      '''
07      print(person + "的身高：" + str(height) + "米 \t 体重：" + str(weight) + "千克")
08      bmi=weight/(height*height)                # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
09      print(person + "的 BMI 指数为："+str(bmi))    # 输出 BMI 指数
10      # 判断身材是否合理
11      if bmi<18.5:
12          print("您的体重过轻 ~@_@~\n")
13      if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
14          print("正常范围，注意保持 (-_-)\n")
15      if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
16          print("您的体重过重 ~@_@~\n")
17      if bmi>=29.9:
18          print("肥胖 ^@_@^\n")
```

然后调用该函数，不指定第一个参数，代码如下：

```
fun_bmi(1.73,60)          # 计算 BMI 指数
```

执行结果如下：

```
路人的身高：1.73 米        体重：60 千克
路人的 BMI 指数为：20.04744562130375
正常范围，注意保持 (-_-)
```



说明

在 Python 中，可以使用“函数名.__defaults__”查看函数的默认值参数的当前值，其结果是一个元组。例如，显示上面定义的 fun_bmi()函数的默认值参数的当前值，可以使用“fun_bmi.__defaults__”，结果为“('路人',)”。

另外，使用可变对象作为函数参数的默认值时，多次调用可能会导致意料之外的情况。例如，编写

一个名称为 demo()的函数，并为其设置一个带默认值的参数，代码如下：

```
01  def demo(obj=[]):  # 定义函数并为参数 obj 指定默认值
02      print("obj 的值：",obj)
03      obj.append(1)
```

调用 demo()函数，代码如下：

```
demo()    # 调用函数
```

将显示以下结果。

```
obj 的值：  []
```

连续两次调用 demo()函数，并且都不指定实际参数，代码如下：

```
01  demo()    # 调用函数
02  demo()    # 调用函数
```

将显示以下结果。

```
obj 的值：  []
obj 的值：  [1]
```

从上面的结果看，这显然不是我们想要的结果。为了防止出现这种情况，最好使用 None 作为可变对象的默认值，这时还需要加上必要的检查代码。修改后的代码如下：

```
01  def demo(obj=None):
02      if obj==None:
03          obj = []
04      print("obj 的值：",obj)
05      obj.append(1)
```

将显示以下运行结果。

```
obj 的值：  []
obj 的值：  []
```



说明

定义函数时，为形式参数设置默认值要牢记一点：默认参数必须指向不可变对象。

9.2.5 可变参数



在 Python 中，还可以定义可变参数。可变参数也称不定长参数，即传入函数中的实际参数可以是零个、一个、两个到任意个。



定义可变参数时，主要有两种形式，一种是*parameter，另一种是**parameter。下面分别进行介绍。

1. *parameter

这种形式表示接收任意多个实际参数并将其放到一个元组中。例如，定义一个函数，让其可以接收任意多个实际参数，代码如下：

```
01  def printcoffee(*coffeename):        # 定义输出我喜欢的咖啡名称的函数
02      print('\n 我喜欢的咖啡有：')
03      for item in coffeename:
04          print(item)                  # 输出咖啡名称
```

调用 3 次上面的函数，分别指定不同个实际参数，代码如下：

```
01  printcoffee('蓝山')
02  printcoffee('蓝山', '卡布奇诺', '土耳其', '巴西', '哥伦比亚')
03  printcoffee('蓝山', '卡布奇诺', '曼特宁', '摩卡')
```

执行结果如图 9.11 所示。

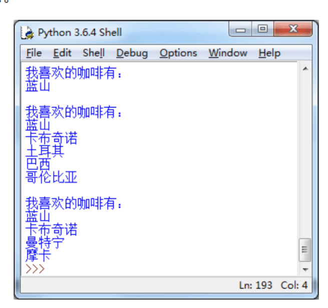


图 9.11 让函数具有可变参数

如果想要使用一个已经存在的列表作为函数的可变参数，可以在列表的名称前加“*”。例如下面的代码。

```
01  param = ['蓝山', '卡布奇诺', '土耳其']       # 定义一个列表
02  printcoffee(*param)                        # 通过列表指定函数的可变参数
```

通过上面的代码调用 printcoffee()函数后，将显示以下运行结果。

```
我喜欢的咖啡有：
蓝山
卡布奇诺
土耳其
```

场景模拟：假设某大学的文艺社团里有多个组合，他们想要计算每个人的 BMI 指数。

【例 9.3】 根据身高、体重计算 BMI 指数（共享升级版）。（**实例位置：资源包\TM\sl\09\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 function_bmi_upgrade.py 的文件，然后在该文件中定义一个名称为 fun_bmi_upgrade 的函数，该函数包括一个可变参数，用于指定包括姓名、身高和体重的测试人信息，在该函数中将根据测试人信息计算 BMI 指数，并输出结果，最后在函数体外定义一个列表，并且将该列表作为 fun_bmi_upgrade()函数的参数调用，代码如下：

```
01  def fun_bmi_upgrade(*person):
02      '''功能：根据身高和体重计算 BMI 指数（升级版）
03         *person：可变参数该参数中需要传递带 3 个元素的列表，
04         分别为姓名、身高（单位：米）和体重（单位：千克）
05      '''
06      for list_person in person:
07          for item in list_person:
08              person = item[0]                   # 姓名
09              height = item[1]                   # 身高（单位：米）
10              weight = item[2]                   # 体重（单位：千克）
11              print("\n" + "="*13,person,"="*13)
12              print("身高：" + str(height) + "米 \t 体重：" + str(weight) + "千克")
13              bmi=weight/(height*height)         # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
14              print("BMI 指数："+str(bmi))         # 输出 BMI 指数
15              # 判断身材是否合理
16              if bmi<18.5:
17                  print("您的体重过轻 ~@_@~")
18              if bmi>=18.5 and bmi<24.9:
19                  print("正常范围，注意保持 (-_-)")
20              if bmi>=24.9 and bmi<29.9:
21                  print("您的体重过重 ~@_@~")
22              if bmi>=29.9:
23                  print("肥胖 ^@_@^")
24  #*****************************调用函数***********************************#
25  list_w = [('绮梦',1.70,65),('零语',178,50),('黛兰',1.72,66)]
26  list_m = [('梓轩',1.80,75),('冷伊一',1.75,70)]
27  fun_bmi_upgrade(list_w ,list_m)                # 调用函数指定可变参数
```

运行结果如图 9.12 所示。

2. **parameter

这种形式表示接收任意多个类似关键字参数一样显式赋值的实际参数，并将其放到一个字典中。例如，定义一个函数，让其可以接收任意多个显式赋值的实际参数，代码如下：

```
01  def printsign(**sign):                             # 定义输出姓名和星座的函数
02      print()                                        # 输出一个空行
03      for key, value in sign.items():                # 遍历字典
04          print("[" + key + "] 的星座是：" + value)    # 输出组合后的信息
```

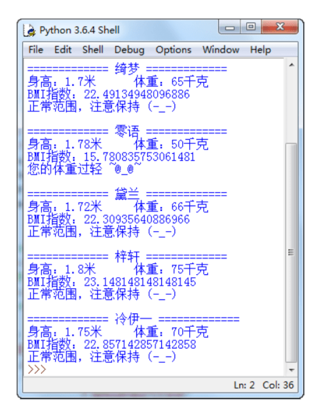


图 9.12　根据身高、体重计算 BMI 指数（共享升级版）

调用两次 printsign()函数，代码如下：

```
01  printsign(绮梦='水瓶座', 冷伊一='射手座')
02  printsign(香凝='双鱼座', 黛兰='双子座', 冷伊一='射手座')
```

执行结果如下：

```
[绮梦] 的星座是：水瓶座
[冷伊一] 的星座是：射手座

[香凝] 的星座是：双鱼座
[黛兰] 的星座是：双子座
[冷伊一] 的星座是：射手座
```

如果想要使用一个已经存在的字典作为函数的可变参数，可以在字典的名称前加“**”。例如下面的代码。

```
01  dict1 = {'绮梦': '水瓶座', '冷伊一': '射手座','香凝':'双鱼座'}   # 定义一个字典
02  printsign(**dict1)                                                # 通过字典指定函数的可变参数
```

通过上面的代码调用 printsign()函数后，将显示以下运行结果。

```
[绮梦] 的星座是：水瓶座
[冷伊一] 的星座是：射手座
[香凝] 的星座是：双鱼座
```

9.3 返　回　值



到目前为止，我们创建的函数都只是为我们做一些事，做完了就结束。但实际上，有时还需要对事情的结果进行获取。这类似于主管向下级职员下达命令，职员去做，最后需要将结果报告给主管。为函数设置返回值的作用就是将函数的处理结果返回给调用它的函数。

在 Python 中，可以在函数体内使用 return 语句为函数指定返回值。该返回值可以是任意类型，并且无论 return 语句出现在函数的什么位置，只要得到执行，就会直接结束函数的执行。

return 语句的语法格式如下：

```
return [value]
```

参数说明如下：

☑ return：为函数指定返回值后，在调用函数时，可以把它赋给一个变量（如 result），用于保存函数的返回结果。如果返回一个值，那么 result 中保存的就是返回的一个值，该值可以是任意类型。如果返回多个值，那么 result 中保存的是一个元组。

☑ value：可选参数，用于指定要返回的值，可以返回一个值，也可返回多个值。



当函数中没有 return 语句时，或者省略了 return 语句的参数时，将返回 None，即返回空值。

场景模拟：某商场年中促销，优惠如下：

```
满 500 可享受 9 折优惠
满 1000 可享受 8 折优惠
满 2000 可享受 7 折优惠
满 3000 可享受 6 折优惠
```

实现模拟顾客结账功能。

【例 9.4】 模拟顾客结账功能——计算优惠后的实付金额。（**实例位置：资源包\TM\sl\09\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checkout.py 的文件，然后在该文件中定义一个名称为 fun_checkout 的函数，该函数包括一个列表类型的参数，用于保存输入的金额，在该函数中计算合计金额和相应的折扣，并将计算结果返回，最后在函数体外通过循环输入多个金额保存到列表中，并且将该列表作为 fun_checkout()函数的参数调用，代码如下：

```
01  def fun_checkout(money):
02      '''功能：计算商品合计金额并进行折扣处理
03          money：保存商品金额的列表
04          返回商品的合计金额和折扣后的金额
```



```
05          '''
06          money_old = sum(money)                                  # 计算合计金额
07          money_new = money_old
08          if money_old >= 500 and money_old < 1000:               # 满 500 可享受 9 折优惠
09              money_new = '{:.2f}'.format(money_old * 0.9)
10          elif money_old >= 1000 and money_old <= 2000:           # 满 1000 可享受 8 折优惠
11              money_new = '{:.2f}'.format(money_old * 0.8)
12          elif money_old >= 2000 and money_old <= 3000:           # 满 2000 可享受 7 折优惠
13              money_new = '{:.2f}'.format(money_old * 0.7)
14          elif money_old >= 3000:                                 # 满 3000 可享受 6 折优惠
15              money_new = '{:.2f}'.format(money_old * 0.6)
16          return money_old, money_new                             # 返回总金额和折扣后的金额
17      # *****************************调用函数***********************************#
18      print("\n 开始结算……\n")
19      list_money = []                                             # 定义保存商品金额的列表
20      while True:
21          # 请不要输入非法的金额，否则将抛出异常
22          inmoney = float(input("输入商品金额（输入 0 表示输入完毕）："))
23          if int(inmoney) == 0:
24              Break                                               # 退出循环
25          else:
26              list_money.append(inmoney)                          # 将金额添加到金额列表中
27      money = fun_checkout(list_money)                            # 调用函数
28      print("合计金额：", money[0], "应付金额：", money[1])         # 显示应付金额
```

运行结果如图 9.13 所示。

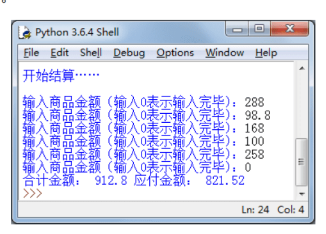


图 9.13　模拟顾客结账功能

9.4　变量的作用域



变量的作用域是指程序代码能够访问该变量的区域，如果超出该区域，再访问时就会出现错误。在程序中，一般会根据变量的“有效范围”将变量分为“局部变量”和“全局变量”。

9.4.1 局部变量

局部变量是指在函数内部定义并使用的变量，它只在函数内部有效。即函数内部的名字只在函数运行时才会创建，在函数运行之前或者运行完毕之后，所有的名字就都不存在了。所以，如果在函数外部使用函数内部定义的变量，就会出现抛出 NameError 异常。

例如，定义一个名称为 f_demo 的函数，在该函数内部定义一个变量 message（称为局部变量），并为其赋值，然后输出该变量，最后在函数体外部再次输出 message 变量，代码如下：

```
01  def f_demo():
02      message = '唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。'
03      print('局部变量 message =',message)          # 输出局部变量的值
04  f_demo()                                        # 调用函数
05  print('局部变量 message =',message)              # 在函数体外输出局部变量的值
```

运行上面的代码，将显示如图 9.14 所示的异常。

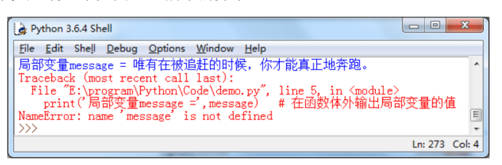


图 9.14 要访问的变量不存在

9.4.2 全局变量

与局部变量对应，全局变量为能够作用于函数内外的变量。全局变量主要有以下两种情况。

（1）如果一个变量在函数外定义，那么不仅可以在函数外可以访问到，在函数内也可以访问到。在函数体外定义的变量是全局变量。

例如，定义一个全局变量 message，然后再定义一个函数，在该函数内输出全局变量 message 的值，代码如下：

```
01  message = '唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。'      # 全局变量
02  def f_demo():
03      print('函数体内：全局变量 message =',message)      # 在函数体内输出全局变量的值
04  f_demo()                                          # 调用函数
05  print('函数体外：全局变量 message =',message)          # 在函数体外输出全局变量的值
```

运行上面的代码，将显示以下内容：

```
函数体内：全局变量 message = 唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
函数体外：全局变量 message = 唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
```





说明

当局部变量与全局变量重名时，对函数体的变量进行赋值后，不影响函数体外的变量。

场景模拟：在一个飘雪的冬夜，一棵松树孤独地站在雪地里，一会儿它做了一个梦……梦醒后，它仍然孤零零地站在雪地里。

【例 9.5】 一棵松树的梦。（**实例位置：资源包\TM\sl\09\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 differenttree.py 的文件，然后在该文件中定义一个全局变量 pinetree，并为其赋初始值，再定义一个名称为 fun_christmastree 的函数，在该函数中定义名称为 pinetree 的局部变量，并输出，最后在函数体外调用 fun_christmastree()函数，并输出全局变量 pinetree 的值，代码如下：

```
01  pinetree = '我是一棵松树'                                        # 定义一个全局变量（松树）
02  def fun_christmastree():                                         # 定义函数
03      '''功能：一个梦
04          无返回值
05      '''
06      pinetree = '挂上彩灯、礼物……我变成一棵圣诞树 @^.^@ \n'   # 定义局部变量
07      print(pinetree)                                              # 输出局部变量的值
08  # *****************************函数体外**********************************#
09  print('\n 下雪了……\n')
10  print('=============== 开始做梦…… =============\n')
11  fun_christmastree()                                              # 调用函数
12  print('=============== 梦醒了…… ===============\n')
13  pinetree = '我身上落满雪花，' + pinetree + ' -_- '               # 为全局变量赋值
14  print(pinetree)                                                  # 输出全局变量的值
```

运行结果如图 9.15 所示。

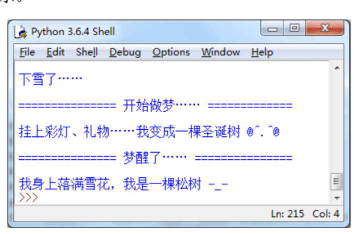


图 9.15　全局变量和局部变量的作用域

（2）在函数体内定义，并且使用 global 关键字修饰后，该变量也就变为全局变量。在函数体外也可以访问到该变量，并且在函数体内还可以对其进行修改。

例如，定义两个同名的全局变量和局部变量，并输出它们的值，代码如下：

```
01  message = '唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。'               # 全局变量
02  print('函数体外：message =',message)                           # 在函数体外输出全局变量的值
03  def f_demo():
04      message = '命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。'      # 局部变量
05      print('函数体内：message =',message)                       # 在函数体内输出局部变量的值
06  f_demo()   # 调用函数
07  print('函数体外：message =',message)                           # 在函数体外输出全局变量的值
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
函数体外：message = 唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
函数体内：message = 命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。
函数体外：message = 唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
```

从上面的结果中可以看出，在函数内部定义的变量即使与全局变量重名，也不影响全局变量的值。那么想要在函数体内部改变全局变量的值，需要在定义局部变量时，使用 global 关键字修饰。例如，将上面的代码修改为以下内容：

```
01  message = '唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。'               # 全局变量
02  print('函数体外：message =',message)                           # 在函数体外输出全局变量的值
03  def f_demo():
04      global message                                             # 将 message 声明为全局变量
05      message = '命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。'      # 全局变量
06      print('函数体内：message =',message)                       # 在函数体内输出全局变量的值
07  f_demo()   # 调用函数
08  print('函数体外：message =',message)                           # 在函数体外输出全局变量的值
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
函数体外：message = 唯有在被追赶的时候，你才能真正地奔跑。
函数体内：message = 命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。
函数体外：message = 命运给予我们的不是失望之酒，而是机会之杯。
```

从上面的结果中可以看出，在函数体内部修改了全局变量的值。

注意

尽管 Python 允许全局变量和局部变量重名，但是在实际开发时，不建议这么做，因为这样容易让代码混乱，很难分清哪些是全局变量，哪些是局部变量。

9.5 匿名函数



匿名函数（lambda）是指没有名字的函数，应用在需要一个函数但是又不想费神去命名这个函数的



场合。通常情况下，这样的函数只使用一次。在 Python 中，使用 lambda 表达式创建匿名函数，其语法格式如下：

```
result = lambda [arg1 [,arg2,...,argn]]:expression
```

参数说明如下：

☑ result：用于调用 lambda 表达式。
☑ [arg1 [,arg2,...,argn]]：可选参数，用于指定要传递的参数列表，多个参数间使用逗号“,”分隔。
☑ expression：必选参数，用于指定一个实现具体功能的表达式。如果有参数，那么在该表达式中将应用这些参数。

注意

使用 lambda 表达式时，参数可以有多个，用逗号“,”分隔，但是表达式只能有一个，即只能返回一个值，而且也不能出现其他非表达式语句（如 for 或 while）。

例如，要定义一个计算圆面积的函数，常规的代码如下：

```
01  import math                          # 导入 math 模块
02  def circlearea(r):                   # 计算圆的面积的函数
03      result = math.pi*r*r             # 计算圆的面积
04      return result                    # 返回圆的面积
05  r = 10                               # 半径
06  print('半径为',r,'的圆面积为：',circlearea(r))
```

执行上面的代码后，将显示以下内容：

```
半径为 10 的圆面积为： 314.1592653589793
```

使用 lambda 表达式的代码如下：

```
01  import math                          # 导入 math 模块
02  r = 10                               # 半径
03  result = lambda r:math.pi*r*r        # 计算圆的面积的 lambda 表达式
04  print('半径为',r,'的圆面积为：',result(r))
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
半径为 10 的圆面积为： 314.1592653589793
```

从上面的示例中，可以看出虽然使用 lambda 表达式比使用自定义函数的代码减少了一些，但是在使用 lambda 表达式时，需要定义一个变量，用于调用该 lambda 表达式，否则将输出类似的结果。

```
<function <lambda> at 0x0000000002FDD510>
```

这看似是画蛇添足。那么 lambda 表达式具体应该怎么应用呢？实际上，lambda 的首要用途是指定

短小的回调函数。下面通过一个具体的实例进行演示。

场景模拟：假设采用爬虫技术获得某商城的秒杀商品信息，并保存在列表中，现需要对这些信息进行排序，排序规则是优先按秒杀金额升序排列，如果有重复的，再按折扣比例降序排列。

【例 9.6】 应用 lambda 实现对爬取到的秒杀商品信息进行排序。（**实例位置：资源包\TM\sl\09\06**）

在 IDLE 中创建一个名称为 seckillsort.py 的文件，然后在该文件中定义一个保存商品信息的列表，并输出，接下来再使用列表对象的 sort()方法对列表进行排序，并且在调用 sort()方法时，通过 lambda 表达式指定排序规则，最后输出排序后的列表，代码如下：

```
01    bookinfo = [('不一样的卡梅拉（全套)',22.50,120),('零基础学 Android',65.10,89.80),
02                 ('摆渡人',23.40,36.00),('福尔摩斯探案全集 8 册',22.50,128)]
03    print('爬取到的商品信息：\n',bookinfo,'\n')
04    bookinfo.sort(key=lambda x:(x[1],x[1]/x[2]))        # 按指定规则进行排序
05    print('排序后的商品信息：\n',bookinfo)
```

运行结果如图 9.16 所示。



图 9.16　对爬取到的秒杀商品信息进行排序

9.6　小　　结

本章首先介绍了自定义函数的相关技术，其中包括如何创建并调用一个函数，以及如何进行参数传递和指定函数的返回值等。在这些技术中，应该重点掌握如何通过不同的方式为函数传递参数，以及什么是形式参数和实际参数，并注意区分。然后又介绍了变量的作用域和匿名函数。其中，变量的作用域应重点掌握，以防止因命名混乱而导致 Bug 的产生。对于匿名函数简单了解即可。

第 10 章

面向对象程序设计

（视频讲解：110 分钟）

面向对象程序设计是在面向过程程序设计的基础上发展而来的，它比面向过程编程具有更强的灵活性和扩展性。面向对象程序设计也是一个程序员发展的“分水岭”，很多的初学者和略有成就的开发者，就是因为无法理解“面向对象”而放弃。这里要提醒一下初学者：要想在编程这条路上走得比别人远，就一定要掌握面向对象编程技术。

Python 从设计之初就已经是一门面向对象的语言。它可以很方便地创建类和对象。本章将对面向对象程序设计进行详细讲解。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是面向对象**
- **掌握如何定义和使用类**
- **掌握如何创建类的属性**
- **掌握继承的基本语法**
- **掌握方法重写**
- **掌握如何在派生类中调用基类的__init__()方法**

10.1 面向对象概述



面向对象（Object Oriented）的英文缩写是 OO，它是一种设计思想。从 20 世纪 60 年代提出面向对象的概念到现在，它已经发展成为一种比较成熟的编程思想，并且逐步成为目前软件开发领域的主流技术。如我们经常听说的面向对象编程（Object Oriented Programming，即 OOP）就是主要针对大型软件设计而提出的，它可以使软件设计更加灵活，并且能更好地进行代码复用。

面向对象中的对象（Object），通常是指客观世界中存在的对象，这个对象具有唯一性，对象之间各不相同，各有各的特点，每个对象都有自己的运动规律和内部状态；对象与对象之间又是可以相互联系、相互作用的。另外，对象也可以是一个抽象的事物。例如，可以从圆形、正方形、三角形等图形抽象出一个简单图形，简单图形就是一个对象，它有自己的属性和行为，图形中边的个数是它的属性，图形的面积也是它的属性，输出图形的面积就是它的行为。概括地讲，面向对象技术是一种从组织结构上模拟客观世界的方法。

10.1.1 对象

对象，是一个抽象概念，英文称作“Object”，表示任意存在的事物。世间万物皆对象。现实世界中，随处可见的一个事物就是对象，对象是事物存在的实体，如一个人，如图 10.1 所示。



图 10.1　对象“人”的示意图

通常将对象划分为两个部分，即静态部分与动态部分。静态部分被称为“属性”，任何对象都具备自身属性，这些属性不仅是客观存在的，而且是不能被忽视的，如人的性别，如图 10.2 所示；动态部分指的是对象的行为，即对象执行的动作，如人可以行走，如图 10.3 所示。

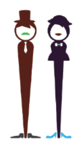


图 10.2　静态属性“性别”的示意图



图 10.3　动态属性“行走”的示意图



说明

在 Python 中，一切都是对象。即不仅是具体的事物称为对象，字符串、函数等也都是对象。这说明 Python 天生就是面向对象的。

10.1.2　类

类是封装对象的属性和行为的载体，反过来说，具有相同属性和行为的一类实体被称为类。例如，把雁群比作大雁类，那么大雁类就具备了喙、翅膀和爪等属性，觅食、飞行和睡觉等行为，而一只要从北方飞往南方的大雁则被视为大雁类的一个对象。大雁类和大雁对象的关系如图 10.4 所示。

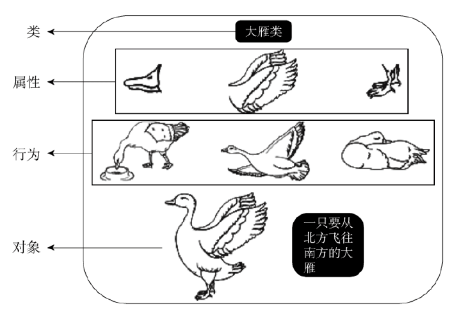


图 10.4　大雁类和大雁对象的关系图

在 Python 语言中，类是一种抽象概念，如定义一个大雁类（Geese），在该类中，可以定义每个对象共有的属性和方法；而一只要从北方飞往南方的大雁则是大雁类的一个对象（wildGeese），对象是类的实例。有关类的具体实现将在 10.2 节进行详细介绍。

10.1.3　面向对象程序设计的特点

面向对象程序设计具有三大基本特征：封装、继承和多态，下面分别描述。

1. 封装

封装是面向对象编程的核心思想，将对象的属性和行为封装起来，而将对象的属性和行为封装起来的载体就是类，类通常对客户隐藏其实现细节，这就是封装的思想。例如，用户使用计算机，只需要使

用手指敲击键盘就可以实现一些功能，而无须知道计算机内部是如何工作的。

采用封装思想保证了类内部数据结构的完整性，使用该类的用户不能直接看到类中的数据结构，而只能执行类允许公开的数据，这样就避免了外部对内部数据的影响，提高了程序的可维护性。

使用类实现封装特性如图 10.5 所示。

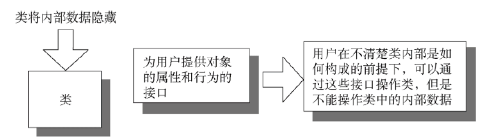


图 10.5　封装特性示意图

2. 继承

矩形、菱形、平行四边形和梯形等都是四边形。因为四边形与它们具有共同的特征：拥有 4 个边。只要将四边形适当地延伸，就会得到上述图形。以平行四边形为例，如果把平行四边形看作四边形的延伸，那么平行四边形就复用了四边形的属性和行为，同时添加了平行四边形特有的属性和行为，如平行四边形的对边平行且相等。Python 中，可以把平行四边形类看作是继承四边形类后产生的类，其中，将类似于平行四边形的类称为子类，将类似于四边形的类称为父类或超类。值得注意的是，在阐述平行四边形和四边形的关系时，可以说平行四边形是特殊的四边形，但不能说四边形是平行四边形。同理，Python 中可以说子类的实例都是父类的实例，但不能说父类的实例是子类的实例，四边形类层次结构示意图如图 10.6 所示。

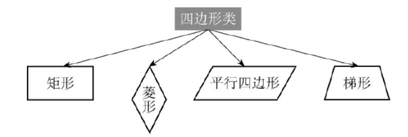


图 10.6　四边形类层次结构示意图

综上所述，继承是实现重复利用的重要手段，子类通过继承复用了父类的属性和行为的同时，又添加了子类特有的属性和行为。

3. 多态

将父类对象应用于子类的特征就是多态。比如创建一个螺丝类，螺丝类有两个属性：粗细和螺纹密度；然后再创建了两个类，一个是长螺丝类，一个是短螺丝类，并且它们都继承了螺丝类。这样长螺丝类和短螺丝类不仅具有相同的特征（粗细相同，且螺纹密度也相同），还具有不同的特征（一个长，一个短，长的可以用来固定大型支架，短的可以固定生活中的家具）。综上所述，一个螺丝类衍生出不同的子类，子类继承父类特征的同时，也具备了自己的特征，并且能够实现不同的效果，这就是多态化的



结构。螺丝类层次结构示意图如图 10.7 所示。

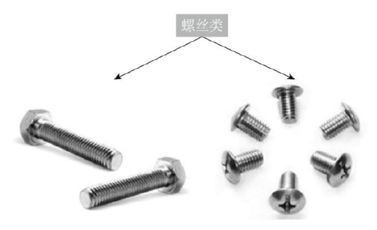


图 10.7　螺丝类层次结构示意图

10.2　类的定义和使用

在 Python 中，类表示具有相同属性和方法的对象的集合。在使用类时，需要先定义类，然后再创建类的实例，通过类的实例就可以访问类中的属性的方法。下面进行具体介绍。

10.2.1　定义类



在 Python 中，类的定义使用 class 关键字来实现，语法如下：

```
class ClassName:
    '''类的帮助信息'''                    # 类文档字符串
    statement                             # 类体
```

参数说明如下：

☑ ClassName：用于指定类名，一般使用大写字母开头，如果类名中包括两个单词，第二个单词的首字母也大写，这种命名方法也称为“驼峰式命名法”，这是惯例。当然，也可根据自己的习惯命名，但是一般推荐按照惯例来命名。

☑ '''类的帮助信息'''：用于指定类的文档字符串，定义该字符串后，在创建类的对象时，输入类名和左侧的括号“(”后，将显示该信息。

☑ statement：类体，主要由类变量（或类成员）、方法和属性等定义语句组成。如果在定义类时，没想好类的具体功能，也可以在类体中直接使用 pass 语句代替。

例如，下面以大雁为例声明一个类，代码如下：

```
01  class Geese:
02      '''大雁类'''
03      pass
```

10.2.2 创建类的实例



定义完类后，并不会真正创建一个实例。这有点像一辆汽车的设计图。设计图可以告诉你汽车看上去怎么样，但设计图本身不是一辆汽车。你不能开走它，它只能用来制造真正的汽车，而且可以使用它制造很多汽车。那么如何创建实例呢？

class 语句本身并不创建该类的任何实例。所以在类定义完成以后，可以创建类的实例，即实例化该类的对象。创建类的实例的语法如下：

```
ClassName(parameterlist)
```

其中，ClassName 是必选参数，用于指定具体的类；parameterlist 是可选参数，当创建一个类时，没有创建__init__()方法（该方法将在 10.2.3 节进行详细介绍），或者__init__()方法只有一个 self 参数时，parameterlist 可以省略。

例如，创建 10.2.1 节定义的 Geese 类的实例，可以使用下面的代码。

```
01  wildGoose = Geese()      # 创建大雁类的实例
02  print(wildGoose)
```

执行上面代码后，将显示类似下面的内容。

```
<__main__.Geese object at 0x0000000002F47AC8>
```

从上面的执行结果中可以看出，wildGoose 是 Geese 类的实例。

10.2.3 创建__init__()方法



在创建类后，通常会创建一个__init__()方法。该方法是一个特殊的方法，类似 Java 语言中的构造方法。每当创建一个类的新实例时，Python 都会自动执行它。__init__()方法必须包含一个 self 参数，并且必须是第一个参数。self 参数是一个指向实例本身的引用，用于访问类中的属性和方法。在方法调用时会自动传递实际参数 self。因此，当__init__()方法只有一个参数时，在创建类的实例时，就不需要指定实际参数了。



说明

在__init__()方法的名称中，开头和结尾处是两个下划线（中间没有空格），这是一种约定，旨在区分 Python 默认方法和普通方法。

例如，下面仍然以大雁为例声明一个类，并且创建__init__()方法，代码如下：



```
01	class Geese:
02		'''大雁类'''
03		def __init__(self):			# 构造方法
04			print("我是大雁类！")
05	wildGoose = Geese()				# 创建大雁类的实例
```

运行上面的代码，将输出以下内容：

```
我是大雁类！
```

从上面的运行结果可以看出，在创建大雁类的实例时，虽然没有为__init__()方法指定参数，但是该方法会自动执行。

常见错误：在为类创建__init__()方法时，在开发环境中运行下面的代码：

```
01	class Geese:
02		'''大雁类'''
03		def __init__():				# 构造方法
04			print("我是大雁类！")
05	wildGoose = Geese()				# 创建大雁类的实例
```

运行上面的代码，将显示如图 10.8 所示的异常信息。该错误的解决方法是在第 3 行代码的括号中添加 self。

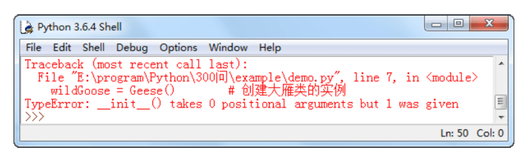


图 10.8　缺少 self 参数抛出的异常信息

在__init__()方法中，除了 self 参数外，还可以自定义一些参数，参数间使用逗号“,”进行分隔。例如，下面的代码将在创建__init__()方法时再指定 3 个参数，分别是 beak、wing 和 claw。

```
01	class Geese:
02		'''大雁类'''
03		def __init__(self,beak,wing,claw):			# 构造方法
04			print("我是大雁类！我有以下特征：")
05			print(beak)					# 输出喙的特征
06			print(wing)					# 输出翅膀的特征
07			print(claw)					# 输出爪子的特征
08	beak_1 = "喙的基部较高，长度和头部的长度几乎相等"	# 喙的特征
09	wing_1 = "翅膀长而尖"					# 翅膀的特征
10	claw_1 = "爪子是蹼状的"					# 爪子的特征
11	wildGoose = Geese(beak_1,wing_1,claw_1)			# 创建大雁类的实例
```

执行上面的代码，将显示如图 10.9 所示的运行结果。

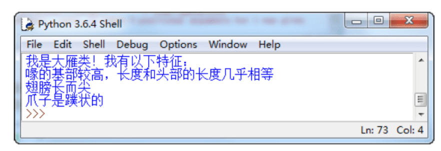


图 10.9　创建__init__()方法时指定 4 个参数

10.2.4　创建类的成员并访问



类的成员主要由实例方法和数据成员组成。在类中创建了类的成员后，可以通过类的实例进行访问。下面进行详细介绍。

1. 创建实例方法并访问

所谓实例方法，是指在类中定义的函数。该函数是一种在类的实例上操作的函数。同__init__()方法一样，实例方法的第一个参数必须是 self，并且必须包含一个 self 参数。创建实例方法的语法格式如下：

```
def functionName(self,parameterlist):
    block
```

参数说明如下：

☑　functionName：用于指定方法名，一般使用小写字母开头；

☑　self：必要参数，表示类的实例，其名称可以是 self 以外的单词，使用 self 只是一个习惯而已；

☑　parameterlist：用于指定除 self 参数以外的参数，各参数间使用逗号“,”进行分隔；

☑　block：方法体，实现的具体功能。

说明

实例方法和 Python 中的函数的主要区别就是，函数实现的是某个独立的功能，而实例方法是实现类中的一个行为，是类的一部分。

实例方法创建完成后，可以通过类的实例名称和点（.）操作符进行访问。具体的语法格式如下：

```
instanceName.functionName(parametervalue)
```

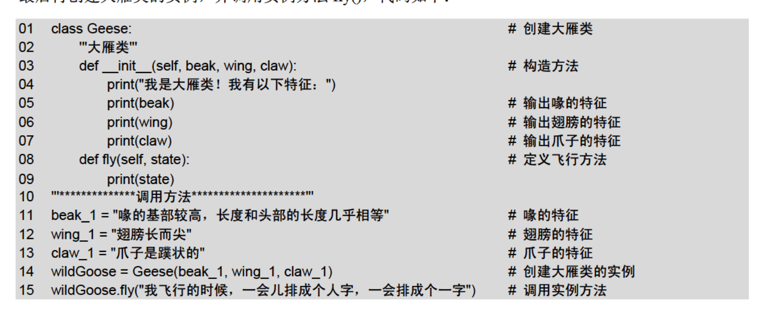
其中，instanceName 为类的实例名称；functionName 为要调用的方法名称；parametervalue 表示为方法指定对应的实际参数，其值的个数与创建实例方法中 parameterlist 的个数相同。

下面通过一个具体的实例演示创建实例方法并访问。

【例 10.1】 创建大雁类并定义飞行方法。（**实例位置：资源包\TM\sl\10\01**）



在 IDLE 中创建一个名称为 geese.py 的文件，然后在该文件中定义一个大雁类 Geese，并定义一个构造方法，然后再定义一个实例方法 fly()，该方法有两个参数，一个是 self，另一个用于指定飞行状态，最后再创建大雁类的实例，并调用实例方法 fly()，代码如下：



```
01  class Geese:                                                    # 创建大雁类
02      '''大雁类'''
03      def __init__(self, beak, wing, claw):                       # 构造方法
04          print("我是大雁类！我有以下特征：")
05          print(beak)                                             # 输出喙的特征
06          print(wing)                                             # 输出翅膀的特征
07          print(claw)                                             # 输出爪子的特征
08      def fly(self, state):                                       # 定义飞行方法
09          print(state)
10  '''**************调用方法*********************'''
11  beak_1 = "喙的基部较高，长度和头部的长度几乎相等"                      # 喙的特征
12  wing_1 = "翅膀长而尖"                                             # 翅膀的特征
13  claw_1 = "爪子是蹼状的"                                           # 爪子的特征
14  wildGoose = Geese(beak_1, wing_1, claw_1)                       # 创建大雁类的实例
15  wildGoose.fly("我飞行的时候，一会儿排成个人字，一会排成个一字")         # 调用实例方法
```

运行结果如图 10.10 所示。

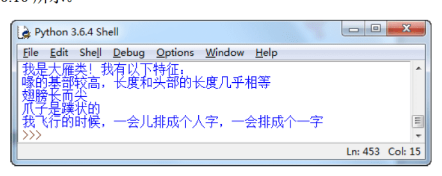


图 10.10　创建大雁类并定义飞行方法

2. 创建数据成员并访问

数据成员是指在类中定义的变量，即属性，根据定义位置，又可以分为类属性和实例属性。下面分别进行介绍。

☑　类属性

类属性是指定义在类中，并且在函数体外的属性。类属性可以在类的所有实例之间共享值，也就是在所有实例化的对象中公用。


说明

类属性可以通过类名称或者实例名访问。

例如，定义一个雁类 Geese，在该类中定义 3 个类属性，用于记录雁类的特征，代码如下：

```
01    class Geese:
02        '''雁类'''
03        neck = "脖子较长"                              # 定义类属性（脖子）
04        wing = "振翅频率高"                            # 定义类属性（翅膀）
05        leg = "腿位于身体的中心支点，行走自如"         # 定义类属性（腿）
06        def __init__(self):                          # 实例方法（相当于构造方法）
07            print("我属于雁类！我有以下特征：")
08            print(Geese.neck)                        # 输出脖子的特征
09            print(Geese.wing)                        # 输出翅膀的特征
10            print(Geese.leg)                         # 输出腿的特征
```

创建上面的类 Geese，然后创建该类的实例，代码如下：

```
geese = Geese()                                        # 实例化一个雁类的对象
```

应用上面的代码创建 Geese 类的实例后，将显示以下内容。

```
我是雁类！我有以下特征：
脖子较长
振翅频率高
腿位于身体的中心支点，行走自如
```

下面通过一个具体的实例演示类属性在类的所有实例之间共享值的应用。

场景模拟：春天来了，有一群大雁从南方返回北方。现在想要输出每只大雁的特征，以及大雁的数量。

【例 10.2】 通过类属性统计类的实例个数。（**实例位置：资源包\TM\sl\10\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 geese_a.py 的文件，然后在该文件中定义一个雁类 Geese，并在该类中定义 4 个类属性，前 3 个用于记录雁类的特征，第 4 个用于记录实例编号，然后定义一个构造方法，在该构造方法中将记录实例编号的类属性进行加 1 操作，并输出 4 个类属性的值，最后通过 for 循环创建 4 个雁类的实例，代码如下：

```
01    class Geese:
02        '''雁类'''
03        neck = "脖子较长"                              # 类属性（脖子）
04        wing = "振翅频率高"                            # 类属性（翅膀）
05        leg = "腿位于身体的中心支点，行走自如"         # 类属性（腿）
06        number = 0                                   # 编号
07        def __init__(self):                          # 构造方法
08            Geese.number += 1                        # 将编号加 1
09            print("\n 我是第"+str(Geese.number)+"只大雁，我属于雁类！我有以下特征：")
10            print(Geese.neck)                        # 输出脖子的特征
11            print(Geese.wing)                        # 输出翅膀的特征
12            print(Geese.leg)                         # 输出腿的特征
13    # 创建 4 个雁类的对象（相当于有 4 只大雁）
14    list1 = []
15    for i in range(4):                               # 循环 4 次
16        list1.append(Geese())                        # 创建一个雁类的实例
```

```
17    print("一共有"+str(Geese.number)+"只大雁")
```

运行结果如图 10.11 所示。

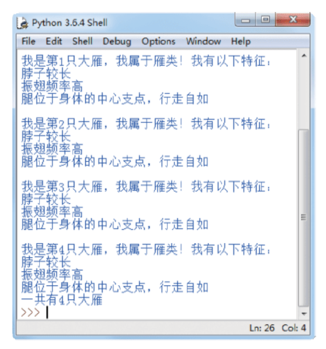


图 10.11　通过类属性统计类的实例个数

在 Python 中除了可以通过类名称访问类属性，还可以动态地为类和对象添加属性。例如，在实例 10.2 的基础上为雁类添加一个 beak 属性，并通过类的实例访问该属性，可以在上面代码的后面再添加以下代码：

```
01    Geese.beak = "喙的基部较高，长度和头部的长度几乎相等"        # 添加类属性
02    print("第 2 只大雁的喙：",list1[1].beak)                      # 访问类属性
```

说明

上面的代码只是以第 2 只大雁为例进行演示，读者也可以换成其他的大雁试试。

运行后，将在原来的结果后面显示以下内容。

```
第 2 只大雁的喙：  喙的基部较高，长度和头部的长度几乎相等
```

说明

除了可以动态地为类和对象添加属性，也可以修改类属性。修改结果将作用于该类的所有实例。

☑　实例属性

实例属性是指定义在类的方法中的属性，只作用于当前实例中。

例如，定义一个雁类 Geese，在该类的__init__()方法中定义 3 个实例属性，用于记录雁类的特征，

代码如下：

```
01  class Geese:
02      '''雁类'''
03      def __init__(self):                          # 实例方法（相当于构造方法）
04          self.neck = "脖子较长"                    # 定义实例属性（脖子）
05          self.wing = "振翅频率高"                  # 定义实例属性（翅膀）
06          self.leg = "腿位于身体的中心支点，行走自如"    # 定义实例属性（腿）
07          print("我属于雁类！我有以下特征：")
08          print(self.neck)                         # 输出脖子的特征
09          print(self.wing)                         # 输出翅膀的特征
10          print(self.leg)                          # 输出腿的特征
```

创建上面的 Geese 类，然后创建该类的实例，代码如下：

```
geese = Geese()                                  # 实例化一个雁类的对象
```

应用上面的代码创建 Geese 类的实例后，将显示以下内容。

```
我是雁类！我有以下特征：
脖子较长
振翅频率高
腿位于身体的中心支点，行走自如
```

说明

实例属性只能通过实例名访问。如果通过类名访问实例属性，将抛出如图 10.12 所示的异常。

```
Python 3.6.4 Shell
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\300问\example\demo.py", line 12, in <module>
    print(Geese.neck)
AttributeError: type object 'Geese' has no attribute 'neck'
>>>
Ln: 129  Col: 4
```

图 10.12　通过类名访问实例属性

对于实例属性也可以通过实例名称修改，与类属性不同，通过实例名称修改实例属性后，并不影响该类的另一个实例中相应的实例属性的值。例如，定义一个雁类，并在__init__()方法中定义一个实例属性，然后创建两个 Geese 类的实例，并且修改第一个实例的实例属性，最后分别输出实例 10.1 和实例 10.2 的实例属性，代码如下：

```
01  class Geese:
02      '''雁类'''
03      def __init__(self):              # 实例方法（相当于构造方法）
04          self.neck = "脖子较长"        # 定义实例属性（脖子）
05          print(self.neck)             # 输出脖子的特征
```

```
06  goose1 = Geese()                        # 创建 Geese 类的实例 1
07  goose2 = Geese()                        # 创建 Geese 类的实例 2
08  goose1.neck = "脖子没有天鹅的长"          # 修改实例属性
09  print("goose1 的 neck 属性：",goose1.neck)
10  print("goose2 的 neck 属性：",goose2.neck)
```

运行上面的代码，将显示以下内容。

```
脖子较长
脖子较长
goose1 的 neck 属性：  脖子没有天鹅的长
goose2 的 neck 属性：  脖子较长
```

10.2.5　访问限制



在类的内部可以定义属性和方法，而在类的外部则可以直接调用属性或方法来操作数据，从而隐藏了类内部的复杂逻辑。但是，Python 并没有对属性和方法的访问权限进行限制。为了保证类内部的某些属性或方法不被外部访问，可以在属性或方法名前面添加单下划线（_foo）、双下划线（__foo）或首尾加双下划线（__foo__），从而限制访问权限。其中，单下划线、双下划线、首尾双下划线的作用如下：

（1）_foo：以单下划线开头的表示 protected（保护）类型的成员，只允许类本身和子类进行访问，但不能使用“from module import *”语句导入。

例如，创建一个 Swan 类，定义保护属性_neck_swan，并在__init__()方法中访问该属性，然后创建 Swan 类的实例，并通过实例名输出保护属性_neck_swan，代码如下：

```
01  class Swan:
02      '''天鹅类'''
03      _neck_swan = '天鹅的脖子很长'                  # 定义保护属性
04      def __init__(self):
05          print("__init__():", Swan._neck_swan)      # 在实例方法中访问保护属性
06  swan = Swan()                                      # 创建 Swan 类的实例
07  print("直接访问:" , swan._neck_swan)                # 保护属性可以通过实例名访问
```

执行上面的代码，将显示以下内容。

```
__init__(): 天鹅的脖子很长
直接访问: 天鹅的脖子很长
```

从上面的运行结果中可以看出：保护属性可以通过实例名访问。

（2）__foo：双下划线表示 private（私有）类型的成员，只允许定义该方法的类本身进行访问，而且也不能通过类的实例进行访问，但是可以通过“类的实例名.类名__xxx”方式访问。

例如，创建一个 Swan 类，定义私有属性__neck_swan，并在__init__()方法访问该属性，然后创建 Swan 类的实例，并通过实例名输出私有属性__neck_swan，代码如下：

```
01    class Swan:
02        '''天鹅类'''
03        __neck_swan = '天鹅的脖子很长'                      # 定义私有属性
04        def __init__(self):
05            print("__init__():", Swan.__neck_swan)         # 在实例方法中访问私有属性
06    swan = Swan()                                           # 创建 Swan 类的实例
07    print("加入类名:" , swan._Swan__neck_swan)              # 私有属性，可以通过“实例名.类名__xxx”方式访问
08    print("直接访问:" , swan.__neck_swan)                   # 私有属性不能通过实例名访问，出错
```

执行上面的代码后，将输出如图 10.13 所示的结果。

```
Python 3.6.4 Shell
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
__init__(): 天鹅的脖子很长
加入类名: 天鹅的脖子很长
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\demo.py", line 24, in <module>
    print("直接访问:" , swan.__neck_swan)          # 私有属性不能通过实例名访问，出错
AttributeError: 'Swan' object has no attribute '__neck_swan'
>>>
Ln: 13  Col: 4
```

图 10.13　访问私有属性

从上面的运行结果可以看出：私有属性可以在类的实例方法中访问，也可以通过“实例名.类名__xxx”方式访问，但是不能直接通过实例名+属性名访问。

（3）__foo__：首尾双下划线表示定义特殊方法，一般是系统定义名字，如__init__()。

10.3　属　　性

本节介绍的属性（property）与 10.2.4 节介绍的类属性和实例属性不同。10.2.4 节介绍的属性将返回所存储的值，而本节要介绍的属性则是一种特殊的属性，访问它时将计算它的值。另外，该属性还可以为属性添加安全保护机制。下面分别进行介绍。

10.3.1　创建用于计算的属性



在 Python 中，可以通过@property（装饰器）将一个方法转换为属性，从而实现用于计算的属性。将方法转换为属性后，可以直接通过方法名来访问方法，而不需要再添加一对小括号“()”，这样可以让代码更加简洁。

通过@property 创建用于计算的属性的语法格式如下：

```
@property
def methodname(self):
    block
```



参数说明如下：

☑ methodname：用于指定方法名，一般使用小写字母开头。该名称最后将作为创建的属性名。

☑ self：必要参数，表示类的实例。

☑ block：方法体，实现的具体功能。在方法体中，通常以 return 语句结束，用于返回计算结果。

例如，定义一个矩形类，在__init__()方法中定义两个实例属性，然后再定义一个计算矩形面积的方法，并应用@property 将其转换为属性，最后创建类的实例，并访问转换后的属性，代码如下：

```
01  class Rect:
02      def __init__(self,width,height):
03          self.width = width                  # 矩形的宽
04          self.height = height                # 矩形的高
05      @property                               # 将方法转换为属性
06      def area(self):                         # 计算矩形的面积的方法
07          return self.width*self.height # 返回矩形的面积
08  rect = Rect(800,600)                        # 创建类的实例
09  print("面积为：",rect.area)                  # 输出属性的值
```

运行上面的代码，将显示以下运行结果。

```
面积为： 480000
```

注意

通过@property 转换后的属性不能重新赋值，如果对其重新赋值，将抛出如图 10.14 所示的异常信息。

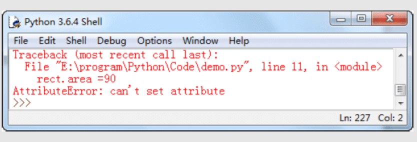


图 10.14　AttributeError 异常

10.3.2　为属性添加安全保护机制



在 Python 中，默认情况下，创建的类属性或者实例是可以在类体外进行修改的，如果想要限制其不能在类体外修改，可以将其设置为私有的，但设置为私有后，在类体外也不能获取它的值。如果想要创建一个可以读取，但不能修改的属性，那么可以使用@property 实现只读属性。

例如，创建一个电视节目类 TVshow，再创建一个 show 属性，用于显示当前播放的电视节目，代码如下：

```
01  class TVshow:                                    # 定义电视节目类
02      def __init__(self,show):
03          self.__show = show
04      @property                                    # 将方法转换为属性
05      def show(self):                              # 定义 show()方法
06          return self.__show                       # 返回私有属性的值
07  tvshow = TVshow("正在播放《战狼 2》")            # 创建类的实例
08  print("默认：",tvshow.show)                      # 获取属性值
```

执行上面的代码，将显示以下内容。

```
默认： 正在播放《战狼 2》
```

通过上面的方法创建的 show 属性是只读的，尝试修改该属性的值，再重新获取。在上面代码的下方添加以下代码。

```
01  tvshow.show = "正在播放《红海行动》"             # 修改属性值
02  print("修改后：",tvshow.show)                    # 获取属性值
```

运行后，将显示如图 10.15 所示的运行结果。其中红字的异常信息就是修改属性 show 时抛出的异常。

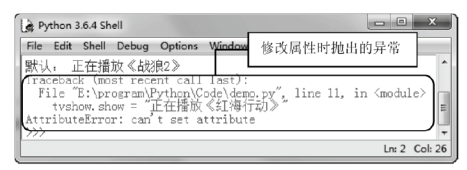


图 10.15　修改只读属性时抛出的异常

通过属性不仅可以将属性设置为只读属性，而且可以为属性设置拦截器，即允许对属性进行修改，但修改时需要遵守一定的约束。

场景模拟：某电视台开设了电影点播功能，但要求只能从指定的几个电影（如《战狼 2》《红海行动》《西游记女儿国》《熊出没·变形记》）中选择一个。

【例 10.3】 在模拟电影点播功能时应用属性。（**实例位置：资源包\TM\sl\10\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 film.py 的文件，然后在该文件中定义一个电视节目类 TVshow，并在该类中定义一个类属性，用于保存电影列表，然后在__init__()方法中定义一个私有的实例属性，再将该属性转换为可读取、可修改（有条件进行）的属性，最后创建类的实例，并获取和修改属性值，代码如下：

```
01  class TVshow:                                          # 定义电视节目类
02      list_film = ["战狼 2","红海行动","西游记女儿国","熊出没·变形记"]
03      def __init__(self,show):
04          self.__show = show
05      @property                                          # 将方法转换为属性
06      def show(self):                                    # 定义 show()方法
```

```
07            return self.__show                          # 返回私有属性的值
08        @show.setter                                    # 设置 setter 方法，让属性可修改
09        def show(self,value):
10            if value in TVshow.list_film:               # 判断值是否在列表中
11                self.__show = "您选择了《" + value + "》，稍后将播放"    # 返回修改的值
12            else:
13                self.__show = "您点播的电影不存在"
14    tvshow = TVshow("战狼 2")                            # 创建类的实例
15    print("正在播放：《",tvshow.show,"》")                # 获取属性值
16    print("您可以从",tvshow.list_film,"中选择要点播放的电影")
17    tvshow.show = "红海行动"                             # 修改属性值
18    print(tvshow.show)                                  # 获取属性值
```

运行结果如图 10.16 所示。

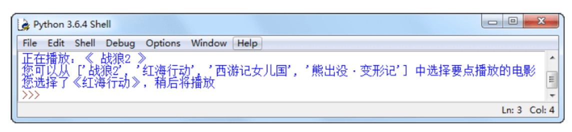


图 10.16　在模拟电影点播功能时应用属性的效果

如果将第 17 行代码中的“红海行动”修改为“捉妖记 2”，将显示如图 10.17 所示的效果。

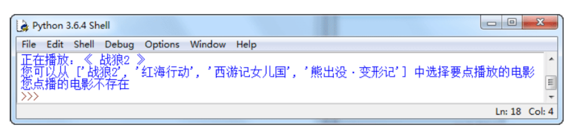


图 10.17　要点播的电影不存在的效果

10.4　继　　承

在编写类时，并不是每次都要从空白开始。当要编写的类和另一个已经存在的类之间存在一定的继承关系时，就可以通过继承来达到代码重用的目的，提高开发效率。下面将介绍如何在 Python 中实现继承。

10.4.1　继承的基本语法



继承是面向对象编程最重要的特性之一，它源于人们认识客观世界的过程，是自然界普遍存在的一

种现象。例如，我们每个人都从祖辈和父母那里继承了一些体貌特征，但是每个人却又不同于父母，因为每个人都存在自己的一些特性，这些特性是独有的，在父母身上并没有体现。在程序设计中实现继承，表示这个类拥有它继承的类的所有公有成员或者受保护成员。在面向对象编程中，被继承的类称为父类或基类，新的类称为子类或派生类。

通过继承不仅可以实现代码的重用，还可以通过继承来理顺类与类之间的关系。在 Python 中，可以在类定义语句中，类名右侧使用一对小括号将要继承的基类名称括起来，从而实现类的继承。具体的语法格式如下：

```
class ClassName(baseclasslist):
    '''类的帮助信息'''           # 类文档字符串
    Statement                   # 类体
```

参数说明如下：

☑ ClassName：用于指定类名。

☑ baseclasslist：用于指定要继承的基类，可以有多个，类名之间用逗号“,”分隔。如果不指定，将使用所有 Python 对象的根类 object。

☑ '''类的帮助信息'''：用于指定类的文档字符串，定义该字符串后，在创建类的对象时，输入类名和左侧的括号“(”后，将显示该信息。

☑ statement：类体，主要由类变量（或类成员）、方法和属性等定义语句组成。如果在定义类时，没想好类的具体功能，也可以在类体中直接使用 pass 语句代替。

【例 10.4】 创建水果基类及其派生类。（**实例位置：资源包\TM\sl\10\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 fruit.py 的文件，然后在该文件中定义一个水果类 Fruit（作为基类），并在该类中定义一个类属性（用于保存水果默认的颜色）和一个 harvest()方法，然后创建 Apple 类和 Orange 类，都继承自 Fruit 类，最后创建 Apple 类和 Orange 类的实例，并调用 harvest()方法（在基类中编写），代码如下：

```
01  class Fruit:                                            # 定义水果类（基类）
02      color = "绿色"                                      # 定义类属性
03      def harvest(self, color):
04          print("水果是：" + color + "的！")              # 输出的是形式参数 color
05          print("水果已经收获……")
06          print("水果原来是：" + Fruit.color + "的！");   # 输出的是类属性 color
07  class Apple(Fruit):                                     # 定义苹果类（派生类）
08      color = "红色"
09      def __init__(self):
10          print("我是苹果")
11  class Orange(Fruit):                                    # 定义橘子类（派生类）
12      color = "橙色"
13      def __init__(self):
```

```
14              print("\n 我是橘子")
15     apple = Apple()                                          # 创建类的实例（苹果）
16     apple.harvest(apple.color)                               # 调用基类的 harvest()方法
17     orange = Orange()                                        # 创建类的实例（橘子）
18     orange.harvest(orange.color)                             # 调用基类的 harvest()方法
```

执行上面的代码，将显示如图 10.18 所示的运行结果。从该运行结果中可以看出：虽然在 Apple 和 Orange 类中没有 harvest()方法，但是 Python 允许派生类访问基类的方法。

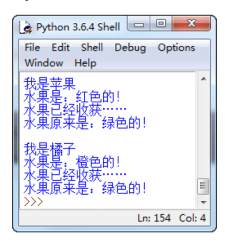


图 10.18　创建水果基类及其派生类的结果

10.4.2　方法重写



基类的成员都会被派生类继承，当基类中的某个方法不完全适用于派生类时，就需要在派生类中重写父类的这个方法，这和 Java 语言中的方法重写是一样的。

在实例 10.4 中，基类中定义的 harvest()方法，无论派生类是什么水果都会显示“水果……”，如果想要针对不同水果给出不同的提示，可以在派生类中重写 harvest()方法。例如，在创建派生类 Orange 时，重写 harvest()方法的代码如下：

```
01     class Orange(Fruit):                                   # 定义橘子类（派生类）
02         color = "橙色"
03         def __init__(self):
04             print("\n 我是橘子")
05         def harvest(self, color):
06             print("橘子是：" + color + "的！")                  # 输出的是形式参数 color
07             print("橘子已经收获……")
08             print("橘子原来是：" + Fruit.color + "的！");        # 输出的是类属性 color
```

添加 harvest()方法后（即在实例 10.4 中添加上面代码中的第 5～8 行代码），再次运行实例 10.4，将显示如图 10.19 所示的运行结果。

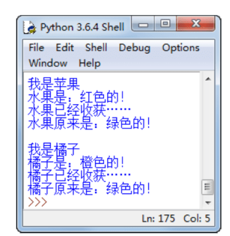


图 10.19 重写 Orange 类的 harvest()方法的结果

10.4.3 派生类中调用基类的__init__()方法



在派生类中定义__init__()方法时，不会自动调用基类的__init__()方法。例如，定义一个 Fruit 类，在__init__()方法中创建类属性 color，然后在 Fruit 类中定义一个 harvest()方法，在该方法中输出类属性 color 的值，再创建继承自 Fruit 类的 Apple 类，最后创建 Apple 类的实例，并调用 harvest()方法，代码如下：

```
01  class Fruit:                                        # 定义水果类（基类）
02      def __init__(self,color = "绿色"):
03          Fruit.color = color                         # 定义类属性
04      def harvest(self):
05          print("水果原来是：" + Fruit.color + "的！");   # 输出的是类属性 color
06  class Apple(Fruit):                                 # 定义苹果类（派生类）
07      def __init__(self):
08          print("我是苹果")
09  apple = Apple()                                     # 创建类的实例（苹果）
10  apple.harvest()                                     # 调用基类的 harvest()方法
```

执行上面的代码后，将显示如图 10.20 所示的异常信息。

```
Python 3.6.4 Shell
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
我是苹果
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\demo.py", line 14, in <module>
    apple.harvest()  # 调用基类的harvest()方法
  File "E:\program\Python\Code\demo.py", line 5, in harvest
    print("水果原来是：" + Fruit.color + "的！");  # 输出的是类属性color
AttributeError: type object 'Fruit' has no attribute 'color'
>>>
                                                    Ln: 12  Col: 9
```

图 10.20 基类的__init__()方法未执行引起的异常



因此，要让派生类调用基类的__init__()方法进行必要的初始化，需要在派生类使用 super()函数调用基类的__init__()方法。例如，在上面代码的第 8 行的下方添加以下代码。

```
super().__init__()                                      # 调用基类的__init__()方法
```

注意

在添加上面的代码时，一定要注意缩进的正确性。

运行后将显示以下正常的运行结果。

```
我是苹果
水果原来是：绿色的！
```

下面通过一个具体的实例演示派生类中调用基类的__init__()方法的具体的应用。

【例 10.5】 在派生类中调用基类的__init__()方法定义类属性。（**实例位置：资源包\TM\sl\10\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 fruit.py 的文件，然后在该文件中定义一个水果类 Fruit（作为基类），并在该类中定义__init__()方法，在该方法中定义一个类属性（用于保存水果默认的颜色），然后在 Fruit 类中定义一个 harvest()方法，再创建 Apple 类和 Sapodilla 类，都继承自 Fruit 类，最后创建 Apple 类和 Sapodilla 类的实例，并调用 harvest()方法（在基类中编写），代码如下：

```
01  class Fruit:                                            # 定义水果类（基类）
02      def __init__(self, color="绿色"):
03          Fruit.color = color                             # 定义类属性
04      def harvest(self, color):
05          print("水果是：" + self.color + "的！")          # 输出的是形式参数 color
06          print("水果已经收获……")
07          print("水果原来是：" + Fruit.color + "的！");    # 输出的是类属性 color
08  class Apple(Fruit):                                     # 定义苹果类（派生类)
09      color = "红色"
10      def __init__(self):
11          print("我是苹果")
12          super().__init__()                              # 调用基类的__init__()方法
13  class Sapodilla(Fruit):                                 # 定义人参果类（派生类)
14      def __init__(self, color):
15          print("\n 我是人参果")
16          super().__init__(color)                         # 调用基类的__init__()方法
17      # 重写 harvest()方法的代码
18      def harvest(self, color):
19          print("人参果是：" + color + "的！")             # 输出的是形式参数 color
20          print("人参果已经收获……")
21          print("人参果原来是：" + Fruit.color + "的！");  # 输出的是类属性 color
22  apple = Apple()                                         # 创建类的实例（苹果）
23  apple.harvest(apple.color)                              # 调用 harvest()方法
24  sapodilla = Sapodilla("白色")                           # 创建类的实例（人参果）
25  sapodilla.harvest("金黄色带紫色条纹")                    # 调用 harvest()方法
```

执行上面的代码，将显示如图 10.21 所示的运行结果。

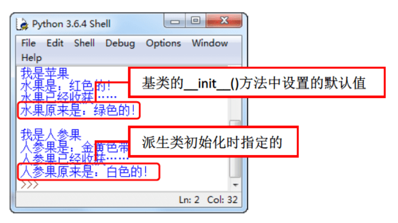


图 10.21　在派生类中调用基类的__init__()方法定义类属性

10.5　小　　结

本章主要对 Python 中的面向对象程序设计进行了详细的介绍。其中，首先介绍了面向对象相关的概念和特点，然后又详细介绍了如何在 Python 中定义类、使用类，以及 property 属性的应用，最后介绍了继承相关的内容。虽然本章关于 OOP（面向对象编程）概念介绍得很全面、很详细，但要想真正明白面向对象思想，必须要多动手实践、多动脑思考、注意平时积累等。希望读者通过自己的努力，能有所突破。

第 11 章

模块

（视频讲解：105 分钟）

Python 提供了强大的模块支持，主要体现为不仅在 Python 标准库中包含了大量的模块（称为标准模块），而且还有很多第三方模块，另外开发者自己也可以开发自定义模块。这些强大的模块支持将极大地提高我们的开发效率。

本章将首先对如何开发自定义模块进行详细介绍，然后介绍如何使用标准模块和第三方模块。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是模块**
- **掌握如何创建模块和导入模块**
- **了解 Python 程序的包结构**
- **掌握创建和使用包的方法**
- **掌握如何以主程序的形式执行 Python 代码**
- **掌握如何导入和使用标准模块**
- **掌握第三方模块的下载与安装方法**

11.1 模块概述



模块的英文是 Modules，可以认为是一盒（箱）主题积木，通过它可以拼出某一主题的东西。这与第 9 章介绍的函数不同，一个函数相当于一块积木，而一个模块中可以包括很多函数，也就是很多积木，所以也可以说模块相当于一盒积木。

在 Python 中，一个扩展名为.py 的文件就称为一个模块。例如，在第 9 章的实例 9.2 中创建的 function_bmi.py 文件就是一个模块，如图 11.1 所示。

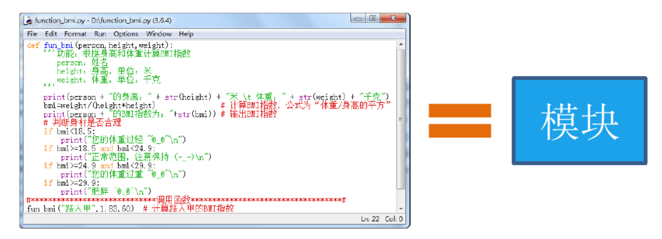


图 11.1 一个.py 文件就是一个模块

通常情况下，我们把能够实现某一特定功能的代码放置在一个文件中作为一个模块，从而方便其他程序和脚本导入并使用。另外，使用模块也可以避免函数名和变量名冲突。

通过前面的学习，我们知道对于 Python 代码可以写在一个文件中。但是随着程序不断变大，为了便于维护，需要将其分为多个文件，这样可以提高代码的可维护性。另外，使用模块还可以提高代码的可重用性。即编写好一个模块后，只要是实现该功能的程序，都可以导入这个模块实现。

11.2 自定义模块

在 Python 中，自定义模块有两个作用，一个是规范代码，让代码更易于阅读，另一个是方便其他程序使用的已经编写好的代码，提高开发效率。自定义模块主要分为两部分，一部分是创建模块，另一部分是导入模块。下面分别进行介绍。

11.2.1 创建模块



创建模块可以将模块中相关的代码（变量定义和函数定义等）编写在一个单独的文件中，并且将该



文件命名为“模块名+.py”的形式。



注意

创建模块时，设置的模块名不能是 Python 自带的标准模块名称。

下面通过一个具体的实例演示如何创建模块。

【例 11.1】 创建计算 BMI 指数的模块。（**实例位置：资源包\TM\sl\11\01**）

创建一个用于根据身高体重计算 BMI 指数的模块，命名为 bmi.py，其中 bmi 为模块名，.py 为扩展名。关键代码如下：

```
01  def fun_bmi(person,height,weight):
02      '''功能：根据身高和体重计算 BMI 指数
03          person：姓名
04          height：身高，单位：米
05          weight：体重，单位：千克
06      '''
07      print(person + "的身高：" + str(height) + "米 \t 体重：" + str(weight) + "千克")
08      bmi=weight/(height*height)                    # 用于计算 BMI 指数，公式为“体重/身高的平方”
09      print(person + "的 BMI 指数为："+str(bmi))      # 输出 BMI 指数
10      # 此处省略了显示判断结果的代码
11  def fun_bmi_upgrade(*person):
12      '''功能：根据身高和体重计算 BMI 指数（升级版）
13          *person：可变参数该参数中需要传递带 3 个元素的列表，
14          分别为姓名、身高（单位：米）和体重（单位：千克）
15      '''
16      # 此处省略了函数主体代码
```

注意

模块文件的扩展名必须是.py。

11.2.2　使用 import 语句导入模块



创建模块后，就可以在其他程序中使用该模块了。使用模块需要先以模块的形式加载模块中的代码，这可以使用 import 语句实现。import 语句的基本语法格式如下：

```
import modulename [as alias]
```

其中，modulename 为要导入模块的名称；[as alias]为给模块起的别名，通过该别名也可以使用模块。

下面将导入实例 10.1 所编写的模块 bmi，并执行该模块中的函数。在模块文件 bmi.py 的同级目录下创建一个名称为 main.py 的文件，在该文件中导入模块 bmi，并且执行该模块中的 fun_bmi()函数，代

码如下：

```
01  import bmi                          # 导入 bmi 模块
02  bmi.fun_bmi("尹一伊",1.75,120)        # 执行模块中的 fun_bmi()函数
```

执行上面的代码，将显示如图 11.2 所示的运行结果。

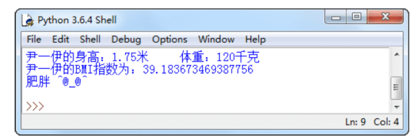


图 11.2　导入模块并执行模块中的函数



说明

在调用模块中的变量、函数或者类时，需要在变量名、函数名或者类名前添加“模块名.”作为前缀。例如，上面代码中的 bmi.fun_bmi，则表示调用 bmi 模块中的 fun_bmi()函数。

说明

如果模块名比较长且不容易记住，可以在导入模块时使用 as 关键字为其设置一个别名，然后就可以通过这个别名来调用模块中的变量、函数和类等。例如，将上面导入模块的代码修改为以下内容：

```
import bmi as m                     # 导入 bmi 模块并设置别名为 m
```

然后，在调用 bmi 模块中的 fun_bmi()函数时，可以使用下面的代码。

```
m.fun_bmi("尹一伊",1.75,120)          # 执行模块中的 fun_bmi()函数
```

使用 import 语句还可以一次导入多个模块，在导入多个模块时，模块名之间使用逗号“,”进行分隔。例如，分别创建了 bmi.py、tips.py 和 differenttree.py 3 个模块文件。想要将这 3 个模块全部导入，可以使用下面的代码。

```
import bmi,tips,differenttree
```

11.2.3　使用 from…import 语句导入模块



在使用 import 语句导入模块时，每执行一条 import 语句都会创建一个新的命名空间（namespace），并且在该命名空间中执行与.py 文件相关的所有语句。在执行时，需在具体的变量、函数和类名前加上



“模块名.”前缀。如果不想在每次导入模块时都创建一个新的命名空间，而是将具体的定义导入当前的命名空间中，这时可以使用 from...import 语句。使用 from...import 语句导入模块后，不需要再添加前缀，直接通过具体的变量、函数和类名等访问即可。

说明

命名空间可以理解为记录对象名字和对象之间对应关系的空间。目前 Python 的命名空间大部分都是通过字典（dict）来实现的。其中，key 是标识符；value 是具体的对象。例如，key 是变量的名字，value 则是变量的值。

from...import 语句的语法格式如下：

```
from modelname import member
```

参数说明如下：

☑ modelname：模块名称，区分字母大小写，需要和定义模块时设置的模块名称的大小写保持一致。

☑ member：用于指定要导入的变量、函数或者类等。可以同时导入多个定义，各个定义之间使用逗号“,”分隔。如果想导入全部定义，也可以使用通配符星号“*”代替。

说明

在导入模块时，如果使用通配符“*”导入全部定义后，想查看具体导入了哪些定义，可以通过显示 dir()函数的值来查看。例如，执行 print(dir())语句后将显示类似下面的内容。

```
['__annotations__', '__builtins__', '__doc__', '__file__', '__loader__', '__name__', '__package__', '__spec__',
'change', 'getHeight', 'getWidth']
```

其中 change、getHeight 和 getWidth 就是我们导入的定义。

例如，下面的 3 条语句都可以从模块导入指定的定义。

```
01    from bmi import fun_bmi                         # 导入 bmi 模块的 fun_bmi 函数
02    from bmi import fun_bmi,fun_bmi_upgrade         # 导入 bmi 模块的 fun_bmi 和 fun_bmi_upgrade 函数
03    from bmi import * # 导入 bmi 模块的全部定义（包括 title 变量、fun_bmi 和 fun_bmi_upgrade 函数）
```

注意

在使用 from...import 语句导入模块中的定义时，需要保证所导入的内容在当前的命名空间中是唯一的，否则将出现冲突，后导入的同名变量、函数或者类会覆盖先导入的。这时就需要使用 import 语句进行导入。

【例 11.2】 导入两个包括同名函数的模块。（**实例位置：资源包\TM\sl\11\02**）

创建两个模块，一个是矩形模块，其中包括计算矩形周长和面积的函数；另一个是圆形模块，其中包括计算圆形周长和面积的函数。然后在另一个 Python 文件中导入这两个模块，并调用相应的函数计算周长和面积。具体步骤如下。

（1）创建矩形模块，对应的文件名为 rectangle.py，在该文件中，定义两个函数，一个用于计算矩形的周长，另一个用于计算矩形的面积，具体代码如下：

```
01  def girth(width,height):
02      '''功能：计算周长
03          参数：width（宽度）、height（高）
04  '''
05      return (width + height)*2
06  def area(width,height):
07      '''功能：计算面积
08          参数：width（宽度）、height（高）
09  '''
10      return width * height
11  if __name__ == '__main__':
12      print(area(10,20))
```

（2）创建圆形模块，对应的文件名为 circular.py，在该文件中，定义两个函数，一个用于计算圆形的周长，另一个用于计算圆形的面积，具体代码如下：

```
01  import math     # 导入标准模块 math
02  PI = math.pi    # 圆周率
03  def girth(r):
04      '''功能：计算周长
05          参数：r（半径）
06  '''
07      return round(2 * PI * r ,2 )        # 计算周长并保留两位小数
08
09  def area(r):
10      '''功能：计算面积
11          参数：r（半径）
12  '''
13      return round(PI * r * r ,2)         # 计算面积并保留两位小数
14  if __name__ == '__main__':
15      print(girth(10))
```

（3）创建一个名称为 compute.py 的 Python 文件，在该文件中，首先导入矩形模块的全部定义，然后导入圆形模块的全部定义，最后分别调用计算矩形周长的函数和计算圆形周长的函数，代码如下：

```
01  from rectangle import *                     # 导入矩形模块
02  from circular import *                      # 导入圆形模块
03  if __name__ == '__main__':
04      print("圆形的周长为：",girth(10))          # 调用计算圆形周长的函数
```

```
05        print("矩形的周长为：",girth(10,20))          # 调用计算矩形周长的函数
```

执行本实例代码，将显示如图 11.3 所示的结果。

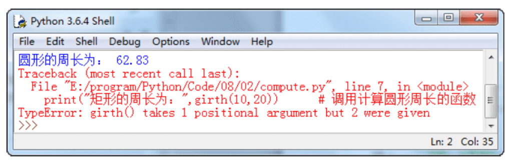


图 11.3　执行不同模块的同名函数出现异常

从图 11.3 中可以看出，执行步骤（3）的第 5 行代码时出现异常，这是因为原本想要执行的矩形模块的 girth()函数被圆形模块的 girth()函数覆盖了。解决该问题的方法是，不使用 from...import 语句导入，而是使用 import 语句导入。修改后的代码如下：

```
01    import rectangle as r                                # 导入矩形模块
02    import circular as c                                 # 导入圆形模块
03    if __name__ == '__main__':
04        print("圆形的周长为：",c.girth(10))               # 调用计算圆形周长的函数
05        print("矩形的周长为：",r.girth(10,20))            # 调用计算矩形周长的函数
```

执行上面的代码后，将显示如图 11.4 所示的结果。

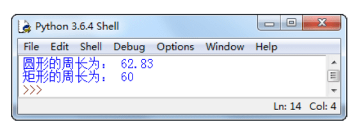


图 11.4　正确执行不同模块的同名函数

11.2.4　模块搜索目录



当使用 import 语句导入模块时，默认情况下，会按照以下顺序进行查找。

（1）在当前目录（即执行的 Python 脚本文件所在目录）下查找。

（2）到 PYTHONPATH（环境变量）下的每个目录中查找。

（3）到 Python 的默认安装目录下查找。

以上各个目录的具体位置保存在标准模块 sys 的 sys.path 变量中。可以通过以下代码输出具体的目录。

```
01    import sys            # 导入标准模块 sys
02    print(sys.path)       # 输出具体目录
```

例如，在 IDLE 窗口中执行上面的代码，将显示如图 11.5 所示的结果。

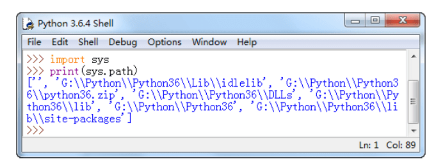


图 11.5　在 IDLE 窗口中查看具体目录

如果要导入的模块不在图 11.5 所示的目录中，那么在导入模块时将显示如图 11.6 所示的异常。

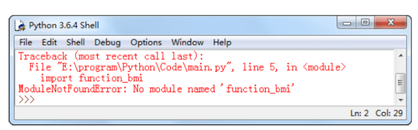


图 11.6　找不到要导入的模块


注意

使用 import 语句导入模块时，模块名是区分字母大小写的。

这时，我们可以通过以下 3 种方式添加指定的目录到 sys.path 中。

1. 临时添加

临时添加即在导入模块的 Python 文件中添加。例如，需要将“E:\program\Python\Code\demo”目录添加到 sys.path 中，可以使用下面的代码。

```
01  import sys                                          # 导入标准模块 sys
02  sys.path.append('E:/program/Python/Code/demo')
```

执行上面的代码后，再输出 sys.path 的值，将得到以下结果。

```
['E:\\program\\Python\\Code', 'G:\\Python\\Python36\\python36.zip', 'G:\\Python\\Python36\\DLLs',
'G:\\Python\\Python36\\lib', 'G:\\Python\\Python36', 'G:\\Python\\Python36\\lib\\site-packages',
'E:/program/Python/Code/demo']
```

在上面的结果中，标红字的为新添加的目录。


说明

通过该方法添加的目录只在执行当前文件的窗口中有效，窗口关闭后即失效。

2. 增加.pth 文件（推荐）

在 Python 安装目录下的 Lib\site-packages 子目录（例如，笔者的 Python 安装在 G:\Python\Python36 目录下，那么该路径为 G:\Python\Python36\Lib\site-packages）中，创建一个扩展名为.pth 的文件，文件名任意。这里创建一个 mrpath.pth 文件，在该文件中添加要导入模块所在的目录。例如，将模块目录 E:\program\Python\Code\demo 添加到 mrpath.pth 文件，添加后的代码如下：

```
01  # .pth 文件是我创建的路径文件（这里为注释）
02  E:\program\Python\Code\demo
```

注意

创建.pth 文件后，需要重新打开要执行的导入模块的 Python 文件，否则新添加的目录不起作用。



说明

通过该方法添加的目录只在当前版本的 Python 中有效。

3. 在 PYTHONPATH 环境变量中添加

在 PYTHONPATH 环境变量中添加目录的具体步骤如下。

（1）在“计算机”图标上右击，然后在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，并在弹出的“属性”对话框左侧单击“高级系统设置”超链接，将出现如图 11.7 所示的“系统属性”对话框。

（2）单击“环境变量”按钮，将弹出“环境变量”对话框，如图 11.8 所示。

（3）在“环境变量”对话框中，如果没有 PYTHONPATH 系统环境变量，则需要先创建一个，否则直接选中 PYTHONPATH 变量，再单击“编辑”按钮，并且在弹出对话框的“变量值”文本中添加新的模块目录，目录之前使用逗号进行分隔。例如，创建系统环境变量 PYTHONPATH，并指定模块所在目录为“E:\program\Python\Code\demo;”，效果如图 11.9 所示。

注意

在环境变量中添加模块目录后，需要重新打开要执行的导入模块的 Python 文件，否则新添加的目录不起作用。



说明

通过该方法添加的目录可以在不同版本的 Python 中共享。

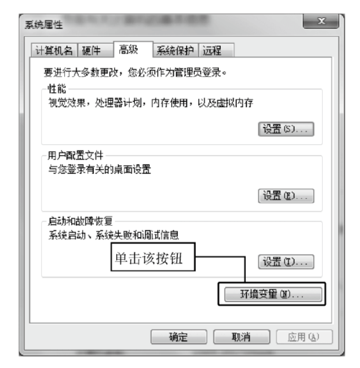


图 11.7　“系统属性”对话框



图 11.8　“环境变量”对话框



图 11.9　在环境变量中添加 PYTHONPATH 环境变量

11.3　Python 中的包

使用模块可以避免函数名和变量名重名引发的冲突。那么，如果模块名重复应该怎么办呢？在 Python 中，提出了包（Package）的概念。包是一个分层次的目录结构，它将一组功能相近的模块组织在一个目录下。这样，既可以起到规范代码的作用，又能避免模块名重名引起的冲突。



说明

包简单理解就是“文件夹”，只不过在该文件夹下必须存在一个名称为“__init__.py”的文件。

11.3.1　Python 程序的包结构



在实际项目开发时，通常情况下，会创建多个包用于存放不同类的文件。例如，开发一个网站时，



可以创建如图 11.10 所示的包结构。

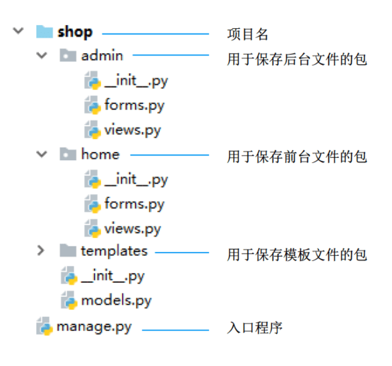


图 11.10　一个 Python 项目的包结构

说明

在图 11.10 中，先创建一个名称为 shop 的项目，然后在该项目下又创建了 admin、home 和 templates 3 个包和一个 manager.py 文件，最后在每个包中又创建了相应的模块。

11.3.2　创建和使用包



下面将分别介绍如何创建和使用包。

1. 创建包

创建包实际上就是创建一个文件夹，并且在该文件夹中创建一个名称为“__init__.py”的 Python 文件。在__init__.py 文件中，可以不编写任何代码，也可以编写一些 Python 代码。在__init__.py 文件中所编写的代码，在导入包时会自动执行。

说明

__init__.py 文件是一个模块文件，模块名为对应的包名。例如，在 settings 包中创建的__init__.py 文件，对应的模块名为 settings。

例如，在 E 盘根目录下，创建一个名称为 settings 的包，可以按照以下步骤进行。

（1）在桌面上，双击“计算机”图标，进入资源管理器，然后再进入 E 盘（也可以进入其他盘符）根目录，并单击“新建文件夹”按钮，如图 11.11 所示。



图 11.11　资源管理器

（2）将新创建的文件夹命名为 settings，然后双击该文件夹，如图 11.12 所示。

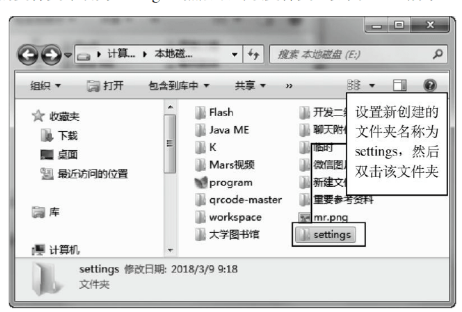


图 11.12　创建新文件夹

（3）在 IDLE 中，创建一个名称为“__init__.py”的文件，保存在 E:\settings 文件夹下，并且在该文件中不写任何内容，然后再返回到资源管理器中，效果如图 11.13 所示。

至此，名称为 settings 的包就创建完毕了。之后就可以在该包中创建所需的模块了。





图 11.13　创建__init__.py 文件后的效果

2. 使用包

创建包以后，就可以在包中创建相应的模块，然后再使用 import 语句从包中加载模块。从包中加载通常有以下 3 种方式。

☑　通过“import + 完整包名 + 模块名”形式加载指定模块

“import + 完整包名 + 模块名”形式是指：假如有一个名称为 settings 的包，在该包下有一个名称为 size 的模块，那么要导入 size 模块，可以使用下面的代码。

```
import settings.size
```

通过该方式导入模块后，在使用时需要使用完整的名称。例如，在已经创建的 settings 包中创建一个名称为 size 的模块，并且在该模块中定义两个变量，代码如下：

```
01  width = 800                              # 宽度
02  height = 600                             # 高度
```

这时，通过“import + 完整包名 + 模块名”形式导入 size 模块后，在调用 width 和 height 变量时，就需要在变量名前加入“settings.size.”前缀。对应的代码如下：

```
01  import settings.size                   # 导入 settings 包下的 size 模块
02  if __name__=='__main__':
03      print('宽度：',settings.size.width)
04      print('高度：',settings.size.height)
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
宽度：  800
高度：  600
```

☑ 通过“from＋ 完整包名 ＋import＋ 模块名”形式加载指定模块

“from＋ 完整包名 ＋import＋ 模块名”形式是指：假如有一个名称为 settings 的包，在该包下有一个名称为 size 的模块，那么要导入 size 模块，可以使用下面的代码。

```
from settings import size
```

通过该方式导入模块后，在使用时不需要带包前缀，但是需要带模块名。例如，想通过“from＋ 完整包名 ＋ import ＋ 模块名”形式导入上面已经创建的 size 模块，并且调用 width 和 height 变量，就可以通过下面的代码实现。

```
01  from settings import size      # 导入 settings 包下的 size 模块
02  if __name__=='__main__':
03      print('宽度：',size.width)
04      print('高度：',size.height)
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
宽度： 800
高度： 600
```

☑ 通过“from＋ 完整包名 ＋ 模块名 ＋import＋ 定义名”形式加载指定模块

“from ＋ 完整包名 ＋ 模块名 ＋ import ＋ 定义名”形式是指：假如有一个名称为 settings 的包，在该包下有一个名称为 size 的模块，那么要导入 size 模块中的 width 和 height 变量，可以使用下面的代码。

```
from settings.size import width,height
```

通过该方式导入模块的函数、变量或类后，在使用时直接使用函数、变量或类名即可。例如，想通过“from＋ 完整包名 ＋ 模块名 ＋import＋ 定义名”形式导入上面已经创建的 size 模块的 width 和 height 变量，并输出，就可以通过下面的代码实现。

```
01  # 导入 settings 包下 size 模块中的 width 和 height 变量
02  from settings.size import width,height
03  if __name__=='__main__':
04      print('宽度：', width)      # 输出宽度
05      print('高度：', height)     # 输出高度
```

执行上面的代码后，将显示以下内容。

```
宽度： 800
高度： 600
```



说明

在通过“from＋ 完整包名 ＋ 模块名 ＋import＋ 定义名”形式加载指定模块时，可以使用星号“*”代替定义名，表示加载该模块下的全部定义。

【例 11.3】 在指定包中创建通用的设置和获取尺寸的模块。（**实例位置：资源包\TM\sl\11\03**）

创建一个名称为 settings 的包，在该包下创建一个名称为 size 的模块，通过该模块实现设置和获取尺寸的通用功能。具体步骤如下。

（1）在 settings 包中创建一个名称为 size 的模块，在该模块中定义两个保护类型的全局变量，分别代表宽度和高度，然后定义一个 change()函数，用于修改两个全局变量的值，再定义两个函数，分别用于获取宽度和高度，具体代码如下：

```
01  _width = 800                # 定义保护类型的全局变量（宽度）
02  _height = 600               # 定义保护类型的全局变量（高度）
03  def change(w,h):
04      global _width           # 全局变量（宽度）
05      _width = w              # 重新给宽度赋值
06      global _height          # 全局变量（高度）
07      _height = h             # 重新给高度赋值
08  def getWidth():             # 获取宽度的函数
09      global _width
10      return _width
11  def getHeight():            # 获取高度的函数
12      global _height
13      return _height
```

（2）在 settings 包的上一层目录中创建一个名称为 main.py 的文件，在该文件中导入 settings 包下的 size 模块的全部定义，并且调用 change()函数重新设置宽度和高度，然后再分别调用 getWidth()和 getHeight()函数获取修改后的宽度和高度，具体代码如下：

```
01  from settings.size import *          # 导入 size 模块下的全部定义
02  if __name__=='__main__':
03      change(1024,768)                 # 调用 change()函数改变尺寸
04      print('宽度：',getWidth())        # 输出宽度
05      print('高度：',getHeight())       # 输出高度
```

执行实例代码，将显示如图 11.14 所示的结果。

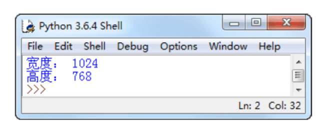


图 11.14　输出修改后的尺寸

11.3.3　以主程序的形式执行



这里先来创建一个模块，名称为 christmastree，该模块的内容为第 9 章中编写的实例 9.5 的代码。

在该段代码中，首先定义一个全局变量，然后创建一个名称为 fun_christmastree()的函数，最后通过 print()函数输出一些内容。代码如下：

```
01  pinetree = '我是一棵松树'                                          # 定义一个全局变量（松树）
02  def fun_christmastree():                                             # 定义函数
03      '''功能：一个梦
04         无返回值
05      '''
06      pinetree = '挂上彩灯、礼物……我变成一棵圣诞树 @^.^@ \n'    # 定义局部变量
07      print(pinetree)                                                   # 输出局部变量的值
08  # *****************************函数体外**********************************#
09  print('\n 下雪了……\n')
10  print('=============== 开始做梦…… =============\n')
11  fun_christmastree()                                                   # 调用函数
12  print('=============== 梦醒了…… ===============\n')
13  pinetree = '我身上落满雪花，' + pinetree + ' -_- '                  # 为全局变量赋值
14  print(pinetree)                                                       # 输出全局变量的值
```

在与 christmastree 模块同级的目录下创建一个名称为 main.py 的文件，在该文件中导入 christmastree 模块，再通过 print()语句输出模块中的全局变量 pinetree 的值，代码如下：

```
01  import differenttree                       # 导入 differenttree 模块
02  print(differenttree.pinetree)
```

执行上面的代码，将显示如图 11.15 所示的内容。

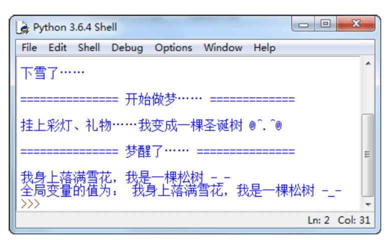


图 11.15　导入模块输出模块中定义的全局变量的值

从图 11.15 所示的运行结果可以看出，导入模块后，不仅输出了全局变量的值，而且模块中原有的测试代码也被执行了。这个结果显然不是我们想要的。那么如何只输出全局变量的值呢？实际上，可以在模块中将原本直接执行的测试代码放在一个 if 语句中。因此，可以将模块 christmastree 的代码修改为以下内容。

```
01  pinetree = '我是一棵松树'                                          # 定义一个全局变量（松树）
02  def fun_christmastree():                                             # 定义函数
```

```
03      '''功能：一个梦
04          无返回值
05      '''
06      pinetree = '挂上彩灯、礼物……我变成一棵圣诞树 @^.^@ \n'        # 定义局部变量赋值
07      print(pinetree)                                              # 输出局部变量的值
08  # ************************判断是否以主程序的形式运行************************#
09  if __name__ == '__main__':
10      print('\n 下雪了……\n')
11      print('============== 开始做梦…… =============\n')
12      fun_christmastree()                                          # 调用函数
13      print('============== 梦醒了…… ==============\n')
14      pinetree = '我身上落满雪花，' + pinetree + ' -_- '             # 为全局变量赋值
15      print(pinetree)                                              # 输出全局变量的值
```

再次执行导入模块的 main.py 文件，将显示如图 11.16 所示的结果。从执行结果中可以看出测试代码并没有执行。

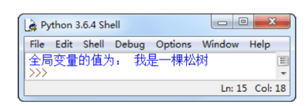


图 11.16　在模块中加入以主程序的形式执行的判断

此时，如果执行 christmastree.py 文件，将显示如图 11.17 所示的结果。

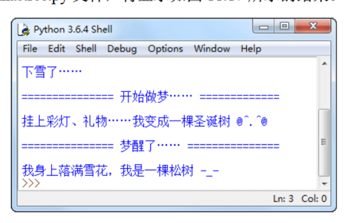


图 11.17　以主程序的形式执行的结果

说明

在每个模块的定义中都包括一个记录模块名称的变量__name__，程序可以检查该变量，以确定它们在哪个模块中执行。如果一个模块不是被导入其他程序中执行，那么它可能在解释器的顶级模块中执行。顶级模块的__name__变量的值为__main__。

11.4 引用其他模块

在 Python 中，除了可以自定义模块外，还可以引用其他模块，主要包括使用标准模块和第三方模块。下面分别进行介绍。

11.4.1 导入和使用标准模块



在 Python 中，自带了很多实用的模块，称为标准模块（也可以称为标准库），对于标准模块，我们可以直接使用 import 语句导入 Python 文件中使用。例如，导入标准模块 random（用于生成随机数），可以使用下面的代码。

```
import random                    # 导入标准模块 random
```



说明

在导入标准模块时，也可以使用 as 关键字为其指定别名。通常情况下，如果模块名比较长，则可以为其设置别名。

导入标准模块后，可以通过模块名调用其提供的函数。例如，导入 random 模块后，就可以调用其 randint()函数生成一个指定范围的随机整数。生成一个 0～10（包括 0 和 10）的随机整数的代码如下：

```
01  import random                    # 导入标准模块 random
02  print(random.randint(0,10))      # 输出 0~10 的随机数
```

执行上面的代码，可能会输出 0~10 中的任意一个数。

场景模拟：实现一个用户登录页面，为了防止恶意破解，可以添加验证码。这里需要实现一个由数字、大写字母和小写字母组成的 4 位验证码。

【例 11.4】 生成由数字、字母组成的 4 位验证码。（**实例位置：资源包\TM\sl\11\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 checkcode.py 的文件，然后在该文件中导入 Python 标准模块中的 random 模块（用于生成随机数），接着定义一个保存验证码的变量，再应用 for 语句实现一个重复 4 次的循环，在该循环中，调用 random 模块提供的 randrange()和 randint()方法生成符合要求的验证码，最后输出生成的验证码，代码如下：

```
01  import random                                          # 导入标准模块中的 random
02  if __name__ == '__main__':
03      checkcode = ""                                     # 保存验证码的变量
04      for i in range(4):                                 # 循环 4 次
```



```
05          index = random.randrange(0, 4)               # 生成 0~3 中的一个数
06          if index != i and index + 1 != i:
07              checkcode += chr(random.randint(97, 122))    # 生成 a~z 中的一个小写字母
08          elif index + 1 == i:
09              checkcode += chr(random.randint(65, 90))     # 生成 A~Z 中的一个大写字母
10          else:
11              checkcode += str(random.randint(1, 9))       # 生成 1~9 中的一个数字
12      print("验证码：", checkcode)                        # 输出生成的验证码
```

执行实例代码，将显示如图 11.18 所示的结果。

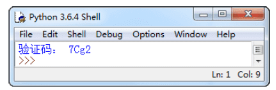


图 11.18　生成验证码

除了 random 模块外，Python 还提供了 200 多个内置的标准模块，涵盖了 Python 运行时服务、文字模式匹配、操作系统接口、数学运算、对象永久保存、网络和 Internet 脚本和 GUI 建构等方面。Python 常用的内置标准模块如表 11.1 所示。

表 11.1　Python 常用的内置标准模块

模　块　名	描　　述
sys	与 Python 解释器及其环境操作相关的标准库
time	提供与时间相关的各种函数的标准库
os	提供了访问操作系统服务功能的标准库
calendar	提供与日期相关的各种函数的标准库
urllib	用于读取来自网上（服务器上）的数据的标准库
json	用于使用 JSON 序列化和反序列化对象
re	用于在字符串中执行正则表达式匹配和替换
math	提供标准算术运算函数的标准库
decimal	用于进行精确控制运算精度、有效数位和四舍五入操作的十进制运算
shutil	用于进行高级文件操作，如复制、移动和重命名等
logging	提供了灵活的记录事件、错误、警告和调试信息等日志信息的功能
tkinter	使用 Python 进行 GUI 编程的标准库

除了表 11.1 所列出的标准模块外，Python 还提供了很多，读者可以在 Python 的帮助文档中查看。具体方法是：打开 Python 安装路径下的 Doc 目录，在该目录中的扩展名为.chm 的文件（如 python364.chm）即为 Python 的帮助文档。打开该文件，找到如图 11.19 所示的位置进行查看即可。

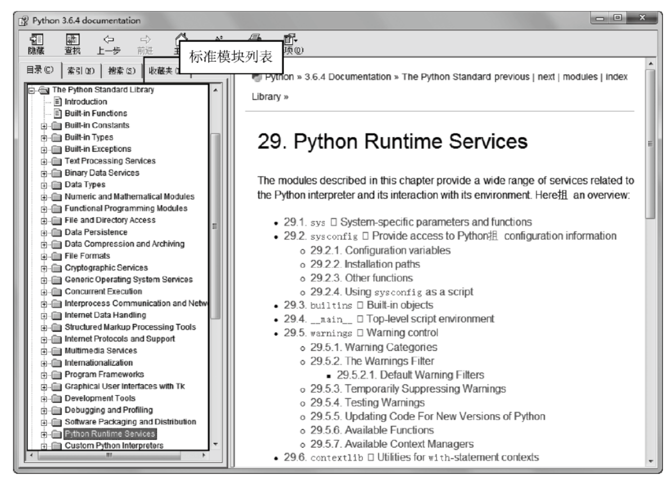


图 11.19　Python 的帮助文档

11.4.2　第三方模块的下载与安装



在进行 Python 程序开发时，除了可以使用 Python 内置的标准模块外，还有很多第三方模块可以让我们使用。对于这些第三方模块，可以在 Python 官方推出的 http://pypi.python.org/pypi 中找到。

在使用第三方模块时，需要先下载并安装该模块，然后就可以像使用标准模块一样导入并使用了。本节主要介绍如何下载和安装。下载和安装第三方模块可以使用 Python 提供的 pip 命令实现。pip 命令的语法格式如下：

```
pip <command> [modulename]
```

参数说明如下：

☑ command：用于指定要执行的命令。常用的参数值有 install（用于安装第三方模块）、uninstall（用于卸载已经安装的第三方模块）、list（用于显示已经安装的第三方模块）等。



☑　modulename：可选参数，用于指定要安装或者卸载的模块名，当 command 为 install 或者 uninstall 时不能省略。

例如，安装第三方 numpy 模块（用于科学计算），可以在命令行窗口中输入以下代码：

```
pip install numpy
```

执行上面的代码，将在线安装 numpy 模块，安装完成后，将显示如图 11.20 所示的结果。

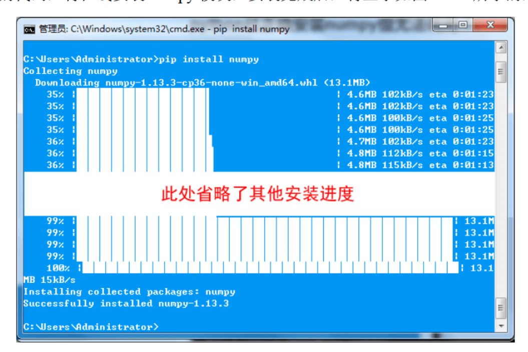


图 11.20　在线安装 numpy 模块

说明

在大型程序中可能需要导入很多模块，推荐先导入 Python 提供的标准模块，然后再导入第三方模块，最后导入自定义模块。

说明

如果想要查看 Python 中都有哪些模块（包括标准模块和第三方模块），可以在 IDLE 中输入以下命令。

```
help('modules')
```

如果只是想要查看已经安装的第三方模块，可以在命令行窗口中输入以下命令。

```
pip list
```

11.5 小　　结

本章首先对模块进行了简要的介绍，然后介绍了如何自定义模块，也就是自己开发一个模块，接下来又介绍了如何通过包避免模块重名引发的冲突，最后介绍了如何使用 Python 内置的标准模块和第三方模块。本章中介绍的内容在实际项目开发中经常应用，所以需要大家认真学习，并做到融会贯通，为以后项目开发打下良好的基础。

第 12 章

异常处理及程序调试

（视频讲解：52 分钟）

学习过 C 语言或者 Java 语言的用户都知道：在 C 语言或者 Java 语言中，编译器可以捕获很多语法错误。但是，在 Python 语言中，只有在程序运行后才会执行语法检查。所以，只有在运行或测试程序时，才会真正知道该程序能不能正常运行。因此，掌握一定的异常处理语句和程序调试方法是十分必要的。

本章将主要介绍常用的异常处理语句，以及如何使用自带的 IDLE 和 assert 语句进行调试。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是异常**
- **掌握如何使用** try…except **语句捕获异常**
- **掌握** try…except…else **语句的应用**
- **掌握** try…except…finally **语句的应用**
- **掌握如何使用** raise **语句抛出异常**
- **掌握如何使用自带的** IDLE **进行程序调试**
- **掌握如何使用** assert **语句调试程序**

12.1 异常概述



在程序运行过程中，经常会遇到各种各样的错误，这些错误统称为“异常”。这些异常有的是由于开发者一时疏忽将关键字敲错导致的，这类错误多数产生的是 SyntaxError: invalid syntax（无效的语法），这将直接导致程序不能运行。这类异常是显式的，在开发阶段很容易被发现。还有一类是隐式的，通常和使用者的操作有关。

场景模拟：在全民学编程的时代，作为程序员二代的小琦编写了一个程序，模拟幼儿园老师分苹果。如果老师买来 10 个苹果，今天来了 10 个小朋友，那么输入 10 和 10，程序给出的结果是每人分 1 个苹果。但是小琦的程序有一个异常。下面我们来看一下。

【例 12.1】 模拟幼儿园分苹果。（**实例位置：资源包\TM\sl\12\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 division_apple.py 的文件，然后在该文件中定义一个模拟分苹果的函数 division()，在该函数中，要求输入苹果的数量和小朋友的数量，然后应用除法算式计算分配的结果，最后调用 division()函数，代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n==================== 分苹果了 ====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      result = apple//children                              # 计算每人分几个苹果
07      remain =apple-result*children                         # 计算余下几个苹果
08      if remain>0:
09          print(apple,"个苹果，平均分给",children,"个小朋友，每人分",result,
10                "个,剩下",remain,"个。")
11      else:
12          print(apple,"个苹果，平均分给",children,"个小朋友，每人分",result,"个。")
13  if __name__ == '__main__':
14      division()                                            # 调用分苹果的函数
```

运行程序，当输入苹果和小朋友的个数都是 10 时，将显示如图 12.1 所示的结果。

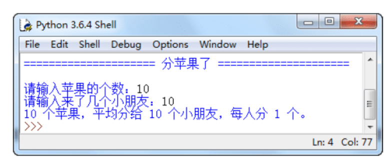


图 12.1 正确的输出结果



如果在输入个数时，不小心把小朋友的个数输成了 0，将得到如图 12.2 所示的结果。

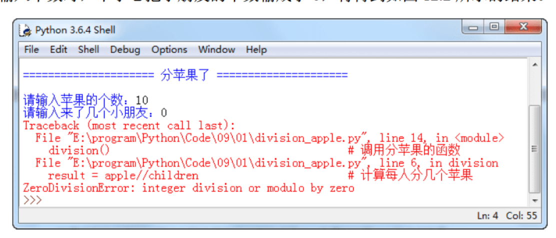


图 12.2　抛出了 ZeroDivisionError 异常

产生 ZeroDivisionError（除数为 0 错误）的根源在于算术表达式“10/0”中，0 作为除数出现，所以正在执行的程序被中断（第 6 行以后，包括第 6 行的代码都不会被执行）。

除了 ZeroDivisionError 异常外，Python 中还有很多异常。如表 12.1 所示为 Python 中常见的异常。

表 12.1　Python 中常见的异常

异　常	描　述
NameError	尝试访问一个没有声明的变量引发的错误
IndexError	索引超出序列范围引发的错误
IndentationError	缩进错误
ValueError	传入的值错误
KeyError	请求一个不存在的字典关键字引发的错误
IOError	输入输出错误（如要读取的文件不存在）
ImportError	当 import 语句无法找到模块或 from 无法在模块中找到相应的名称时引发的错误
AttributeError	尝试访问未知的对象属性引发的错误
TypeError	类型不合适引发的错误
MemoryError	内存不足
ZeroDivisionError	除数为 0 引发的错误

说明

表 12.1 所示的异常并不需要记住，只要简单了解即可。

12.2　异常处理语句

在程序开发时，有些错误并不是每次运行都会出现。例如本章的实例 12.1，只要输入的数据符合程序的要求，程序就可以正常运行，否则将抛出异常并停止运行。假设在输入苹果的数量时输入了 23.5，那么程序将抛出如图 12.3 所示的异常。

```
Python 3.6.4 Shell
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
==================== 分苹果了 ====================

请输入苹果的个数：23.5
Traceback (most recent call last):
  File "E:\program\Python\Code\division_apple.py", line 14, in <module>
    division()                                    # 调用分苹果的函数
  File "E:\program\Python\Code\division_apple.py", line 4, in division
    apple = int(input("请输入苹果的个数："))        # 输入苹果的个数
ValueError: invalid literal for int() with base 10: '23.5'
>>>
                                                            Ln: 4  Col: 52
```

图 12.3　抛出 ValueError 异常

这时，就需要在开发程序时对可以出现异常的情况进行处理。下面将详细介绍 Python 中提供的异常处理语句。

12.2.1　try…except 语句

在 Python 中，提供了 try…except 语句捕获并处理异常。在使用时，把可能产生异常的代码放在 try 语句块中，把处理结果放在 except 语句块中，这样，当 try 语句块中的代码出现错误，就会执行 except 语句块中的代码，如果 try 语句块中的代码没有错误，那么 except 语句块将不会执行。具体的语法格式如下：

```
try:
    block1
except [ExceptionName [as alias]]:
    block2
```

参数说明如下：

☑　block1：表示可能出现错误的代码块。

☑　ExceptionName [as alias]：可选参数，用于指定要捕获的异常。其中，ExceptionName 表示要捕获的异常名称，如果在其右侧加上 as alias，则表示为当前的异常指定一个别名，通过该别名，可以记录异常的具体内容。




说明

在使用 try…except 语句捕获异常时，如果在 except 后面不指定异常名称，则表示捕获全部异常。

☑ block2：表示进行异常处理的代码块。在这里可以输出固定的提示信息，也可以通过别名输出异常的具体内容。


说明

使用 try…except 语句捕获异常后，当程序出错时，输出错误信息后，程序会继续执行。

下面将对实例 12.1 进行改进，加入捕获异常功能，对除数不能为 0 的情况进行处理。

【例 12.2】 模拟幼儿园分苹果（除数不能为 0）。（**实例位置：资源包\TM\sl\12\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 division_apple_0.py 的文件，然后将实例 12.1 的代码全部复制到该文件中，并且对“if __name__ == '__main__':”语句下面的代码进行修改，应用 try…except 语句捕获执行 division()函数可能抛出的 ZeroDivisionError（除数为零）异常，修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n====================  分苹果了  ====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                    # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      result = apple // children                                  # 计算每人分几个苹果
07      remain = apple - result * children                          # 计算余下几个苹果
08      if remain > 0:
09          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
10                "个,剩下", remain, "个。")
11      else:
12          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
13  if __name__ == '__main__':
14      try:                                                        # 捕获异常
15          division()                                              # 调用分苹果的函数
16      except ZeroDivisionError:                                   # 处理异常
17          print("\n 出错了 ~_~ ——苹果不能被 0 个小朋友分！")
```

运行执行，输入苹果的个数为 10，小朋友的个数为 0 时，将不再抛出异常，而是显示如图 12.4 所示的结果。

目前，我们只处理了除数为 0 的情况，如果将苹果和小朋友的数量输成小数或者不是数字会是什么结果呢？再次运行上面的实例，输入苹果的个数为 2.7，将得到如图 12.5 所示的结果。

从图 12.5 中可以看出，程序中要求输入整数，而实际输入的是小数，则抛出 ValueError（传入的值错误）异常。要解决该问题，可以在实例 12.2 的代码中，为 try…except 语句再添加一个 except 语句，用于处理抛出 ValueError 异常的情况。修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n===================== 分苹果了 =====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      result = apple // children                              # 计算每人分几个苹果
07      remain = apple - result * children                      # 计算余下几个苹果
08      if remain > 0:
09          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
10                "个,剩下", remain, "个。")
11      else:
12          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
13  if __name__ == '__main__':
14      try:                                                    # 捕获异常
15          division()                                          # 调用分苹果的函数
16      except ZeroDivisionError:                               # 处理异常
17          print("\n 出错了 ~_~ ——苹果不能被 0 个小朋友分！")
18      except ValueError as e:                                 # 处理 ValueError 异常
19          print("输入错误：", e)                                # 输出错误原因
```

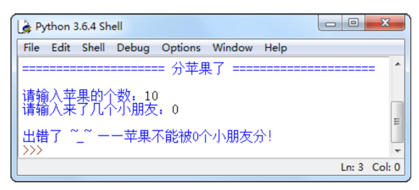


图 12.4　除数为 0 时重新执行程序

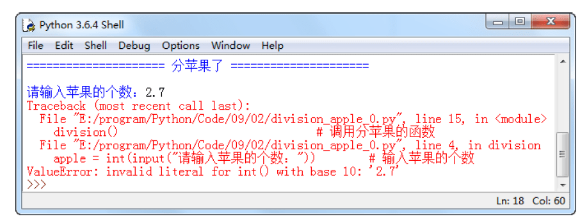


图 12.5　输入的数量为小数时得到的结果

再次运行程序，输入苹果的个数为小数时，将不再直接抛出异常，而是显示友好的提示，如图 12.6 所示。



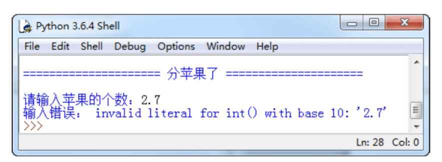
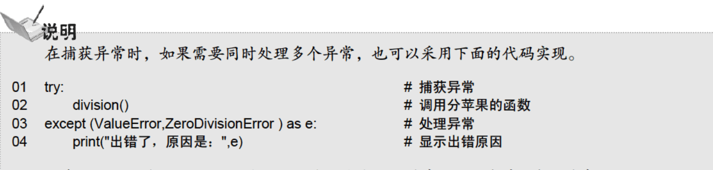


图 12.6　输入的数量为小数时显示友好的提示



说明

在捕获异常时，如果需要同时处理多个异常，也可以采用下面的代码实现。

```
01  try:                                                 # 捕获异常
02      division()                                       # 调用分苹果的函数
03  except (ValueError,ZeroDivisionError ) as e:         # 处理异常
04      print("出错了，原因是：",e)                       # 显示出错原因
```

即在 except 语句后面使用一对小括号将可能出现的异常名称括起来，多个异常名称之间使用逗号分隔。如果想要显示具体的出错原因，那么再加上 as 指定一个别名。

12.2.2　try…except…else 语句



在 Python 中，还有另一种异常处理结构，它是 try…except…else 语句，也就是在原来 try…except 语句的基础上再添加一个 else 子句，用于指定当 try 语句块中没有发现异常时要执行的语句块。该语句块中的内容当 try 语句中发现异常时，将不被执行。例如，对实例 12.2 进行修改，实现当 division()函数在执行时没有抛出异常时，输出文字“分苹果成功！”。修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n==================== 分苹果了 ====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      result = apple // children                             # 计算每人分几个苹果
07      remain = apple - result * children                     # 计算余下几个苹果
08      if remain > 0:
09          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
10                "个,剩下", remain, "个。")
11      else:
12          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
13  if __name__ == '__main__':
```

```
14        try:                                              # 捕获异常
15            division()                                    # 调用分苹果的函数
16        except ZeroDivisionError:                         # 处理异常
17            print("\n 出错了 ~_~ ——苹果不能被 0 个小朋友分！")
18        except ValueError as e:                           # 处理 ValueError 异常
19            print("输入错误：", e)                          # 输出错误原因
20        else:                                             # 没有抛出异常时执行
21            print("分苹果顺利完成...")
```

执行代码，将显示如图 12.7 所示的运行结果。

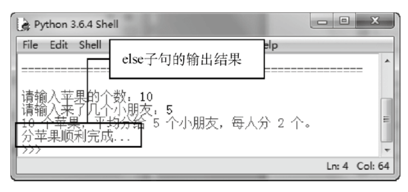


图 12.7　不抛异常时提示相应信息

12.2.3　try…except…finally 语句



完整的异常处理语句应该包含 finally 代码块，通常情况下，无论程序中有无异常产生，finally 代码块中的代码都会被执行。其基本格式如下：

```
try:
    block1
except [ExceptionName [as alias]]:
    block2
finally:
    block3
```

对于 try…except…finally 语句的理解并不复杂，它只是比 try…except 语句多了一个 finally 语句，如果程序中有一些在任何情形中都必须执行的代码，那么就可以将它们放在 finally 语句的区块中。



说明

使用 except 子句是为了允许处理异常。无论是否引发了异常，使用 finally 子句都可以执行清理代码。如果分配了昂贵或有限的资源（如打开文件），则应将释放这些资源的代码放置在 finally 块中。



例如，再次对实例 12.2 进行修改，实现当 division()函数在执行时无论是否抛出异常，都输出文字“进行了一次分苹果操作。”。修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n==================== 分苹果了 ====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      result = apple // children                            # 计算每人分几个苹果
07      remain = apple - result * children                    # 计算余下几个苹果
08      if remain > 0:
09          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
10                "个,剩下", remain, "个。")
11      else:
12          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
13  if __name__ == '__main__':
14      try:                                                  # 捕获异常
15          division()                                        # 调用分苹果的函数
16      except ZeroDivisionError:                             # 处理异常
17          print("\n 出错了 ~_~ ——苹果不能被 0 个小朋友分！")
18      except ValueError as e:                               # 处理 ValueError 异常
19          print("输入错误：", e)                              # 输出错误原因
20      else:                                                 # 没有抛出异常时执行
21          print("分苹果顺利完成...")
22      finally:                                              # 无论是否抛出异常都执行
23          print("进行了一次分苹果操作。")
```

执行代码，将显示如图 12.8 所示的运行结果。

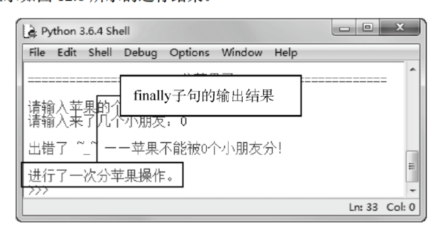


图 12.8　不抛异常时提示相应信息

至此，已经介绍了异常处理语句的 try…except、try…except…else 和 try…except…finally 等形式。下面通过图 12.9 说明异常处理语句的各个子句的执行关系。

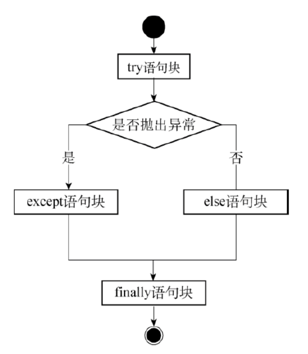


图 12.9　异常处理语句的不同子句的执行关系

12.2.4　使用 raise 语句抛出异常



如果某个函数或方法可能会产生异常，但不想在当前函数或方法中处理这个异常，则可以使用 raise 语句在函数或方法中抛出异常。raise 语句的基本格式如下：

```
raise [ExceptionName[(reason)]]
```

其中，ExceptionName[(reason)]为可选参数，用于指定抛出的异常名称，以及异常信息的相关描述。如果省略，就会把当前的错误原样抛出。

说明

ExceptionName(reason)参数中的“(reason)”也可以省略，如果省略，则在抛出异常时，不附带任何描述信息。

例如，修改实例 12.2，加入限制苹果个数必须大于或等于小朋友的个数，从而保证每个小朋友都能得到至少一个苹果。

【例 12.3】 模拟幼儿园分苹果（每个人至少分到一个苹果）。**（实例位置：资源包\TM\sl\12\03）**

在 IDLE 中创建一个名称为 division_apple_1.py 的文件，然后将实例 12.2 的代码全部复制到该文件中，并且在第 5 行代码“children = int(input("请输入来了几个小朋友："))”的下方添加一个 if 语句，实现当苹果的个数小于小朋友的个数时，应用 raise 语句抛出一个 ValueError 异常，接下来再在最后一行语句的下方添加 except 语句处理 ValueError 异常，修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n===================== 分苹果了 =====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))                 # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      if apple < children:
07          raise ValueError("苹果太少了，不够分...")
08      result = apple // children                              # 计算每人分几个苹果
09      remain = apple - result * children                      # 计算余下几个苹果
10      if remain > 0:
11          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
12                "个,剩下", remain, "个。")
13      else:
14          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
15  if __name__ == '__main__':
16      try:                                                    # 捕获异常
17          division()                                          # 调用分苹果的函数
18      except ZeroDivisionError:                               # 处理 ZeroDivisionError 异常
19          print("\n 出错了 ~_~ ——苹果不能被 0 个小朋友分！")
20      except ValueError as e:                                 # ValueError
21          print("\n 出错了 ~_~ ——",e)
```

执行程序，输入苹果的个数为 5，小朋友的个数为 10 时，将提示出错了，效果如图 12.10 所示。

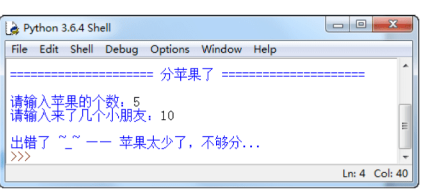


图 12.10　苹果的个数小于小朋友的个数时给出的提示



说明

在应用 raise 抛出异常时，要尽量选择合理的异常对象，而不应该抛出一个与实际内容不相关的异常。例如，在实例 12.3 中，想要处理的是一个和值有关的异常，这时就不应该抛出一个 IndentationError 异常。

12.3 程序调试



在程序开发过程中，免不了会出现一些错误，有语法方面的，也有逻辑方面的。对于语法方面的错误比较容易检测，因为程序会直接停止，并且给出错误提示。而对于逻辑错误就不太容易发现了。因为程序可能会一直执行下去，但结果是错误的。所以作为一名程序员，掌握一定的程序调试方法，可以说是一项必备技能。

12.3.1 使用自带的 IDLE 进行程序调试

多数的集成开发工具都提供了程序调试功能。例如，我们一直在使用的 IDLE 也提供了程序调试功能。使用 IDLE 进行程序调试的基本步骤如下。

（1）打开 IDLE（Python Shell），在主菜单上选择 Debug→Debugger 菜单项，将打开 Debug Control 对话框（此时该对话框是空白的），同时 Python Shell 窗口中将显示“[DEBUG ON]”（表示已经处于调试状态），如图 12.11 所示。

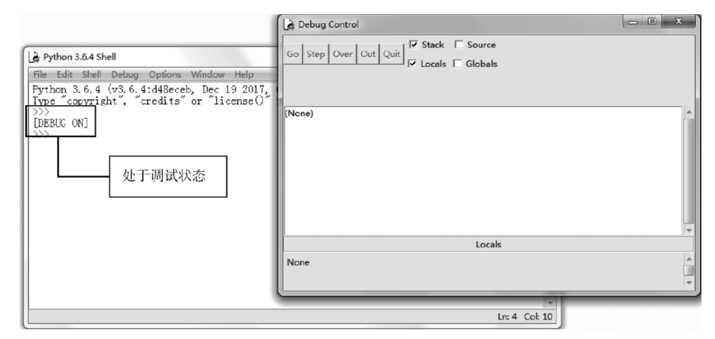


图 12.11　处于调试状态的 Python Shell

（2）在 Python Shell 窗口中选择 File→Open 菜单项，打开要调试的文件。这里打开本章的实例 12.1 中编写的 division_apple.py 文件，然后添加需要的断点。



说明

断点的作用是，设置断点后，程序执行到断点时就会暂时中断执行，程序可以随时继续。



添加断点的方法是，在想要添加断点的行上右击，在弹出的快捷菜单中选择 Set Breakpoint 菜单项。添加断点的行将以黄色底纹标记，如图 12.12 所示。

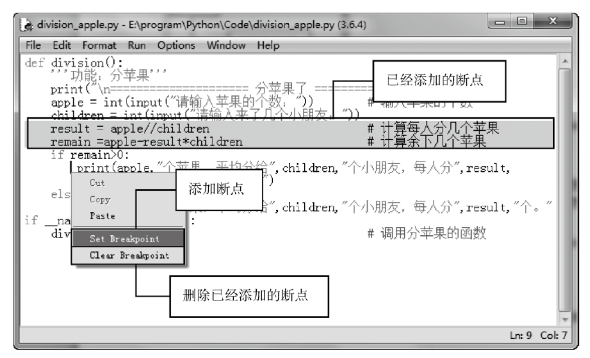


图 12.12　添加断点

说明

如果想要删除已经添加的断点，可以选中已经添加断点的行，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择 Clear Breakpoint 菜单项。

（3）添加所需的断点（添加断点的原则是，程序执行到这个位置时，想要查看某些变量的值，就在这个位置添加一个断点）后，按快捷键 F5，执行程序，这时 Debug Control 对话框中将显示程序的执行信息，选中 Globals 复选框，将显示全局变量，默认只显示局部变量。此时的 Debug Control 对话框如图 12.13 所示。

（4）在图 12.13 所示的调试工具栏中，提供了 5 个工具按钮。这里单击 Go 按钮继续执行程序，直到所设置的第一个断点。由于在 division_apple.py 文件中，第一个断点之前需要获取用户的输入，所以需要先在 Python Shell 窗口中输入苹果和小朋友的数量。输入后 Debug Control 窗口中的数据将发生变化，如图 12.14 所示。

说明

在调试工具栏中的 5 个按钮的作用为：Go 按钮用于执行跳至断点操作；Step 按钮用于进入要执行的函数；Over 按钮表示单步执行；Out 按钮表示跳出所在的函数；Quit 按钮表示结束调试。

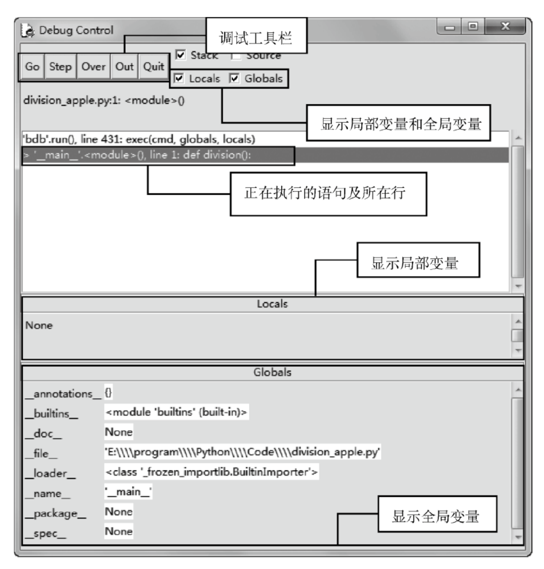


图 12.13　显示程序的执行信息

说明

在调试过程中，如果所设置的断点处有其他函数调用，还可以单击 Step 按钮进入函数内部，当确定该函数没有问题时，可以单击 Out 按钮跳出该函数。或者在调试的过程中已经发现的问题的原因，需要进行修改时，可以直接单击 Quit 按钮结束调试。另外，如果调试的目的不是很明确（即不确认问题的位置），也可以直接单击 Setp 按钮进行单步执行，这样可以清晰地观察程序的执行过程和数据的变量，方便找出问题。

（5）继续单击 Go 按钮，将执行到下一个断点，查看变量的变化，直到全部断点都执行完毕。调试工具栏上的按钮将变为不可用状态，如图 12.15 所示。

（6）程序调试完毕后，可以关闭 Debug Control 窗口，此时在 Python Shell 窗口中将显示“[DEBUG OFF]”（表示已经结束调试）。



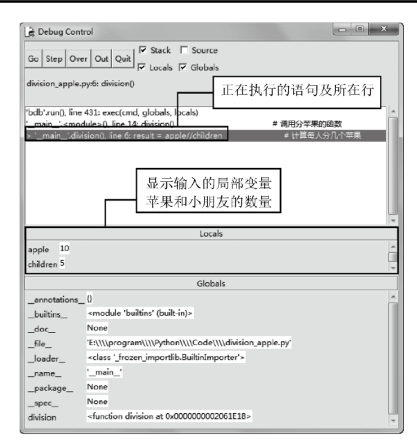


图 12.14　显示执行到第一个断点时变量信息

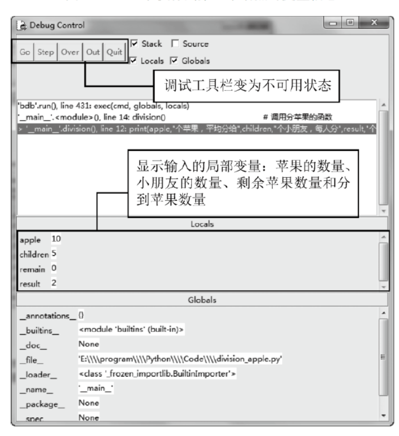


图 12.15　全部断点均执行完毕的效果

12.3.2 使用 assert 语句调试程序

在程序开发过程中，除了使用开发工具自带的调试工具进行调试外，还可以在代码中通过 print()函数把可能出现问题的变量输出进行查看，但是这种方法会产生很多垃圾信息。所以调试之后还需要将其删除，比较麻烦。所以，Python 还提供了另外的方法：使用 assert 语句调试。

assert 的中文意思是断言，它一般用于对程序某个时刻必须满足的条件进行验证。assert 语句的基本语法如下：

```
assert expression [,reason]
```

参数说明如下：

☑ expression：条件表达式，如果该表达式的值为真，什么都不做，如果为假，则抛出 AssertionError 异常。

☑ reason：可选参数，用于对判断条件进行描述，为了以后更好地知道哪里出现了问题。

例如，修改实例 12.1，应用断言判断程序是否会出现苹果不够分的情况，如果不够分，则需要对这种情况进行处理。

【例 12.4】 模拟幼儿园分苹果（应用断言调试）。（**实例位置：资源包\TM\sl\12\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 division_apple_dug.py 的文件，然后将实例 12.1 的代码全部复制到该文件中，并且在第 5 行代码“children = int(input("请输入来了几个小朋友："))”的下方添加一个 assert 语句，验证苹果的个数是否小于小朋友的个数，修改后的代码如下：

```
01  def division():
02      '''功能：分苹果'''
03      print("\n===================== 分苹果了 =====================\n")
04      apple = int(input("请输入苹果的个数："))            # 输入苹果的个数
05      children = int(input("请输入来了几个小朋友："))
06      assert apple > children ,"苹果不够分"              # 应用断言调试
07      result = apple // children                          # 计算每人分几个苹果
08      remain = apple - result * children                  # 计算余下几个苹果
09      if remain > 0:
10          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result,
11                "个,剩下", remain, "个。")
12      else:
13          print(apple, "个苹果，平均分给", children, "个小朋友，每人分", result, "个。")
14  if __name__ == '__main__':
15      division()                                          # 调用分苹果的函数
```

执行代码，输入苹果的个数为 5，小朋友的个数为 10 时，将抛出如图 12.16 所示的 AssertionError 异常。



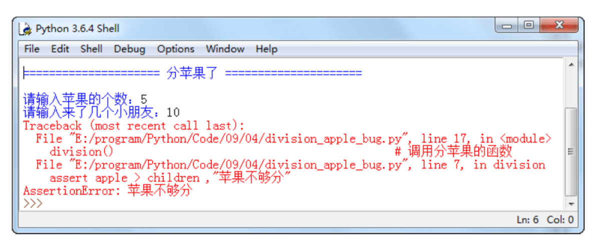


图 12.16　苹果的个数小于小朋友的个数时抛出 AssertionError 异常

通常情况下，assert 语句可以和异常处理语句结合使用。所以，可以将上面代码的第 15 行修改为以下内容。

```
01  try:
02      division()                              # 调用分苹果的函数
03  except AssertionError as e:                 # 处理 AssertionError 异常
04      print("\n 输入有误：",e)
```

这样，再执行程序时就不会直接抛出异常，而是给出如图 12.17 所示的友好提示。

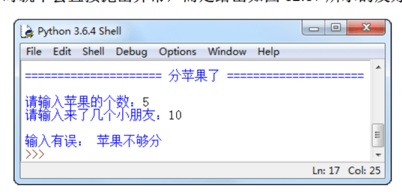


图 12.17　处理抛出的 AssertionError 异常

assert 语句只在调试阶段有效。我们可以通过在执行 python 命令时加入-O（大写）参数来关闭 assert 语句。例如，在命令行窗口中输入以下代码执行 E:\program\Python\Code 目录下的 division_apple_bug.py 文件，即关闭 division_apple_bug.py 文件中的 assert 语句。

```
01  E:
02  cd E:\program\Python\Code
03  python -O division_apple_bug.py
```


说明

division_apple_bug.py 文件的内容就是实例 12.4 的内容，其中添加了 assert 语句。

执行上面的语句后，输入苹果的个数为 5，小朋友的个数为 10 时，并没有给出“输入有误：苹果不够分”的提示，如图 12.18 所示。

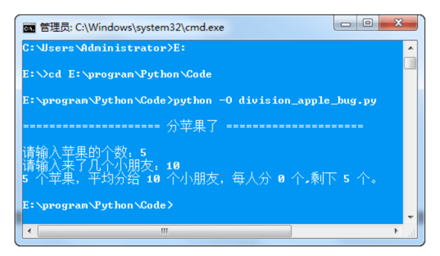


图 12.18　在非调试状态下执行程序，将忽略 assert 语句

12.4　小　　结

本章主要对异常处理语句和两种程序调试方法进行了详细讲解。在讲解过程中，重点讲解了如何使用异常处理语句捕获和抛出异常，以及如何使用自带的 IDLE 工具进行程序调试。另外，还介绍了如何使用断言语句进行调试。程序调试和异常处理在程序开发过程中起着非常重要的作用，一个完善的程序，在其开发过程中必然会对可能出现的所有异常进行处理，并进行调试，以保证程序的可用性。通过学习本章，读者应掌握 Python 语言中异常处理语句的使用，并能根据需要对开发的程序进行调试。

第 13 章

文件及目录操作

（视频讲解：140 分钟）

在变量、序列和对象中存储的数据是暂时的，程序结束后就会丢失。为了能够长时间地保存程序中的数据，需要将程序中的数据保存到磁盘文件中。Python 提供了内置的文件对象和对文件，以及目录进行操作的内置模块。通过这些技术可以很方便地将数据保存到文件（如文本文件等）中，以达到长时间保存数据的目的。

本章将详细介绍在 Python 中，如何进行文件和目录的相关操作。

通过阅读本章，您可以：

- **掌握如何创建、打开和关闭文件**
- **掌握如何写入和读取文件的内容**
- **了解 os 和 os.path 模块**
- **掌握如何创建和删除目录**
- **掌握如何使用 raise 语句抛出异常**
- **掌握判断文件或目录是否存在的方法**
- **掌握如何遍历目录**
- **掌握如何删除、重命名文件**
- **掌握获取文件基本信息的方法**

13.1 基本文件操作

在 Python 中，内置了文件（File）对象。在使用文件对象时，首先需要通过内置的 open()方法创建一个文件对象，然后通过该对象提供的方法进行一些基本文件操作。例如，可以使用文件对象的 write()方法向文件中写入内容，以及使用 close()方法关闭文件等。下面将介绍如何应用 Python 的文件对象进行基本文件操作。

13.1.1 创建和打开文件

在 Python 中，想要操作文件需要先创建或者打开指定的文件并创建文件对象。这可以通过内置的 open()函数实现。open()函数的基本语法格式如下：

```
file = open(filename[,mode[,buffering]])
```

参数说明如下：

☑ file：被创建的文件对象。

☑ filename：要创建或打开文件的文件名称，需要使用单引号或双引号括起来。如果要打开的文件和当前文件在同一个目录下，那么直接写文件名即可，否则需要指定完整路径。例如，要打开当前路径下的名称为 status.txt 的文件，可以使用"status.txt"。

☑ mode：可选参数，用于指定文件的打开模式。其参数值如表 13.1 所示。默认的打开模式为只读（即 r）。

表 13.1　mode 参数的参数值说明

<table>
<tr><th>值</th><th>说　　明</th><th>注　　意</th></tr>
<tr><td>r</td><td>以只读模式打开文件。文件的指针将会放在文件的开头</td><td rowspan="4">文件必须存在</td></tr>
<tr><td>rb</td><td>以二进制格式打开文件，并且采用只读模式。文件的指针将会放在文件的开头。一般用于非文本文件，如图片、声音等</td></tr>
<tr><td>r+</td><td>打开文件后，可以读取文件内容，也可以写入新的内容覆盖原有内容（从文件开头进行覆盖）</td></tr>
<tr><td>rb+</td><td>以二进制格式打开文件，并且采用读写模式。文件的指针将会放在文件的开头。一般用于非文本文件，如图片、声音等</td></tr>
<tr><td>w</td><td>以只写模式打开文件</td><td rowspan="2">文件存在，则将其覆盖，否则创建新文件</td></tr>
<tr><td>wb</td><td>以二进制格式打开文件，并且采用只写模式。一般用于非文本文件，如图片、声音等</td></tr>
</table>



续表

值	说　　明	注　　意
w+	打开文件后，先清空原有内容，使其变为一个空的文件，对这个空文件有读写权限	文件存在，则将其覆盖，否则创建新文件
wb+	以二进制格式打开文件，并且采用读写模式。一般用于非文本文件，如图片、声音等	
a	以追加模式打开一个文件。如果该文件已经存在，文件指针将放在文件的末尾（即新内容会被写入已有内容之后），否则，创建新文件用于写入	
ab	以二进制格式打开文件，并且采用追加模式。如果该文件已经存在，文件指针将放在文件的末尾（即新内容会被写入到已有内容之后），否则，创建新文件用于写入	
a+	以读写模式打开文件。如果该文件已经存在，文件指针将放在文件的末尾（即新内容会被写入已有内容之后），否则，创建新文件用于读写	
ab+	以二进制格式打开文件，并且采用追加模式。如果该文件已经存在，文件指针将放在文件的末尾（即新内容会被写入到已有内容之后），否则，创建新文件用于读写	

☑ buffering：可选参数，用于指定读写文件的缓冲模式，值为 0 表示不缓存；值为 1 表示缓存；如果大于 1，则表示缓冲区的大小。默认为缓存模式。

open()方法经常实现以下几个功能。

1. 打开一个不存在的文件时先创建该文件

在默认的情况下，使用 open()函数打开一个不存在的文件，则会抛出如图 13.1 所示的异常。

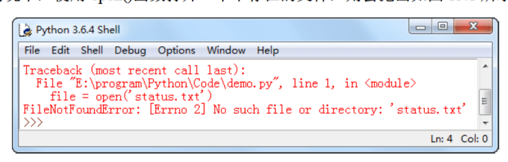


图 13.1　打开的文件不存在时抛出的异常

要解决如图 13.1 所示的错误，主要有以下两种方法。

☑ 在当前目录下（即与执行的文件相同的目录）创建一个名称为 status.txt 的文件。

☑ 在调用 open()函数时，指定 mode 的参数值为 w、w+、a、a+。这样，当要打开的文件不存在时，就可以创建新的文件了。

场景模拟：在蚂蚁庄园的动态栏目中记录着庄园里的新鲜事。现在想要创建一个文本文件保存这些新鲜事。

【例 13.1】 创建并打开记录蚂蚁庄园动态的文件。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\01**）

在 IDLE 中创建一个名称为 antmanor_message.py 的文件，然后在该文件中首先输出一条提示信息，然后再调用 open()函数创建或打开文件，最后输出一条提示信息，代码如下：

```
01    print("\n","="*10,"蚂蚁庄园动态","="*10)
02    file = open('message.txt','w')              # 创建或打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03    print("\n 即将显示……\n")
```

执行上面的代码，将显示如图 13.2 所示的结果，同时在 antmaner_message.py 文件所在的目录下创建一个名称为 message.txt 的文件，该文件没有任何内容，如图 13.3 所示。

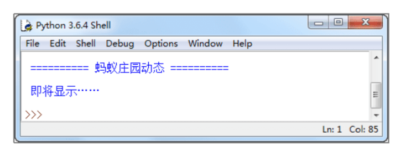


图 13.2 创建并打开记录蚂蚁庄园动态的文件



图 13.3 创建并打开记录蚂蚁庄园动态的文件

从图 13.3 中可以看出新创建的文件没有任何内容，大小为 0KB。这是因为现在只是创建了一个文件，还没有向文件中写入任何内容。在 13.1.2 节将介绍如何向文件中写入内容。

2. 以二进制形式打开文件

使用 open()函数不仅可以以文本的形式打开文本文件，而且可以以二进制形式打开非文本文件，如图片文件、音频文件、视频文件等。例如，创建一个名称为 picture.png 的图片文件（如图 13.4 所示），并且应用 open()函数以二进制方式打开该文件。

以二进制方式打开该文件，并输出创建的对象的代码如下：

```
01    file = open('picture.png','rb')    # 以二进制方式打开图片文件
02    print(file)                        # 输出创建的对象
```

执行上面的代码后，将显示如图 13.5 所示的运行结果。

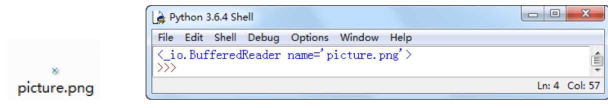


图 13.4　打开的图片文件　　　　图 13.5　以二进制方式打开图片文件

从图 13.5 中可以看出，创建的是一个 BufferedReader 对象。对于该对象生成后，可以再应用其他的第三方模块进行处理。例如，上面的 BufferedReader 对象是通过打开图片文件实现的，那么就可以将其传入第三方的图像处理库 PIL 的 Image 模块的 open 方法中，以便于对图片进行处理（如调整大小等）。

3. 打开文件时指定编码方式

在使用 open()函数打开文件时，默认采用 GBK 编码，当被打开的文件不是 GBK 编码时，将抛出如图 13.6 所示的异常。

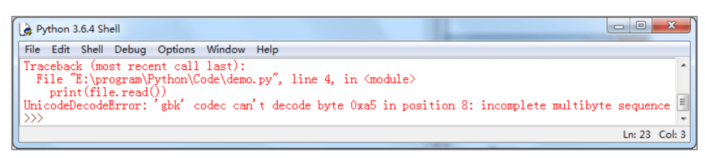


图 13.6　抛出 Unicode 解码异常

解决该问题的方法有两种，一种是直接修改文件的编码，另一种是在打开文件时，直接指定使用的编码方式。推荐采用后一种方法。下面重点介绍如何在打开文件时指定编码方式。

在调用 open()函数时，通过添加 encoding='utf-8'参数即可实现将编码指定为 UTF-8。如果想要指定其他编码，可以将单引号中的内容替换为想要指定的编码。

例如，打开采用 UTF-8 编码保存的 notice.txt 文件，可以使用下面的代码。

```
file = open('notice.txt','r',encoding='utf-8')
```

13.1.2　关闭文件



打开文件后，需要及时关闭，以免对文件造成不必要的破坏。关闭文件可以使用文件对象的 close()方法实现。close()方法的语法格式如下：

```
file.close()
```

其中，file 为打开的文件对象。

例如，关闭实例 13.1 中打开的 file 对象，可以使用下面的代码。

```
file.close()      # 关闭文件对象
```



说明

close()方法先刷新缓冲区中还没有写入的信息，然后再关闭文件，这样可以将没有写入文件的内容写入文件中。在关闭文件后，便不能再进行写入操作了。

13.1.3　打开文件时使用 with 语句



打开文件后，要及时将其关闭。如果忘记关闭，可能会带来意想不到的问题。另外，如果在打开文件时抛出了异常，那么将导致文件不能被及时关闭。为了更好地避免此类问题发生，可以使用 Python 提供的 with 语句，从而实现在处理文件时，无论是否抛出异常，都能保证 with 语句执行完毕后关闭已经打开的文件。with 语句的基本语法格式如下：

```
with expression as target:
    with-body
```

参数说明如下：

☑ expression：用于指定一个表达式，这里可以是打开文件的 open()函数。
☑ target：用于指定一个变量，并且将 expression 的结果保存到该变量中。
☑ with-body：用于指定 with 语句体，其中可以是执行 with 语句后相关的一些操作语句。如果不想执行任何语句，可以直接使用 pass 语句代替。

例如，将实例 13.1 修改为在打开文件时使用 with 语句，修改后的代码如下：

```
01  print("\n","="*10,"蚂蚁庄园动态","="*10)
02  with open('message.txt','w') as file:    # 创建或打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03      pass
04  print("\n 即将显示……\n")
```

执行上面的代码，同样得到如图 13.2 所示的运行结果。

13.1.4　写入文件内容



在实例 13.1 中，虽然创建并打开一个文件，但是该文件中并没有任何内容，它的大小是 0KB。Python 的文件对象提供了 write()方法，可以向文件中写入内容。write()方法的语法格式如下：

```
file.write(string)
```



其中，file 为打开的文件对象；string 为要写入的字符串。

注意

在调用 write()方法向文件中写入内容的前提是，打开文件时，指定的打开模式为 w（可写）或者 a（追加），否则，将抛出如图 13.7 所示的异常。

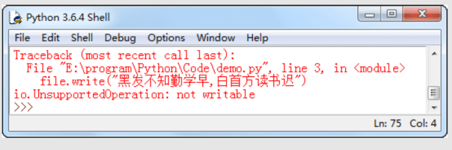


图 13.7　没有写入权限时抛出的异常

场景模拟：在蚂蚁庄园的动态栏目中记录着庄园里的新鲜事。您在给小鸡喂食后，使用了一张加速卡，此时，需要向庄园的动态栏目中写入一条动态。

【例 13.2】 向蚂蚁庄园的动态文件写入一条信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\02**）

在 IDLE 中创建一个名称为 antmanor_message_w.py 的文件，然后在该文件中首先应用 open()函数以写方式打开一个文件，然后再调用 write()方法向该文件中写入一条动态信息，再调用 close()方法关闭文件，代码如下：

```
01  print("\n","="*10,"蚂蚁庄园动态","="*10)
02  file = open('message.txt','w')          # 创建或打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03  # 写入一条动态信息
04  file.write("你使用了 1 张加速卡，小鸡撸起袖子开始双手吃饲料，进食速度大大加快。\n")
05  print("\n  写入了一条动态……\n")
06  file.close()                            # 关闭文件对象
```

执行上面的代码，将显示如图 13.8 所示的结果，同时在 antmaner_message_w.py 文件所在的目录下创建一个名称为 message.txt 的文件，并且在该文件中写入了文字“你使用了 1 张加速卡，小鸡撸起袖子开始双手吃饲料，进食速度大大加快。”，如图 13.9 所示。

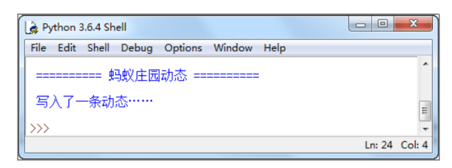


图 13.8　创建并打开记录蚂蚁庄园动态的文件

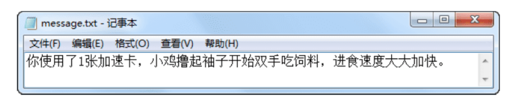


图 13.9　打开记录蚂蚁庄园动态的文件

注意

在写入文件后，一定要调用 close()方法关闭文件，否则写入的内容不会保存到文件中。这是因为当我们在写入文件内容时，操作系统不会立刻把数据写入磁盘，而是先缓存起来，只有调用 close()方法时，操作系统才会保证把没有写入的数据全部写入磁盘。

说明

在向文件中写入内容后，如果不想马上关闭文件，也可以调用文件对象提供的 flush()方法，把缓冲区的内容写入文件。这样也能保证数据全部写入磁盘。

向文件中写入内容时，如果打开文件采用 w（写入）模式，则先清空原文件的内容，再写入新的内容；而如果打开文件采用 a（追加）模式，则不覆盖原有文件的内容，只是在文件的结尾处增加新的内容。下面将对实例 13.2 的代码进行修改，实现在原动态信息的基础上再添加一条动态信息。修改后的代码如下：

```
01  print("\n","="*10,"蚂蚁庄园动态","="*10)
02  file = open('message.txt','a')            # 创建或打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03  # 追加一条动态信息
04  file.write("mingri 的小鸡在你的庄园待了 22 分钟，吃了 6g 饲料之后，被你赶走了。\n")
05  print("\n 追加了一条动态……\n")
06  file.close()                              # 关闭文件对象
```

执行上面的代码后，打开 message.txt 文件，将显示如图 13.10 所示的结果。

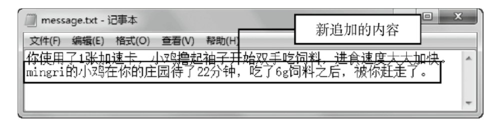


图 13.10　追加内容后的 message.txt 文件

说明

除了 write()方法，Python 的文件对象还提供了 writelines()方法，可以实现把字符串列表写入文件，但是不添加换行符。



13.1.5　读取文件



在 Python 中打开文件后，除了可以向其写入或追加内容，还可以读取文件中的内容。读取文件内容主要分为以下几种情况。

1. 读取指定字符

文件对象提供了 read()方法读取指定个数的字符。其语法格式如下：

```
file.read([size])
```

其中，file 为打开的文件对象；size 为可选参数，用于指定要读取的字符个数，如果省略则一次性读取所有内容。

注意

在调用 read()方法读取文件内容的前提是，打开文件时，指定的打开模式为 r（只读）或者 r+（读写），否则，将抛出如图 13.11 所示的异常。

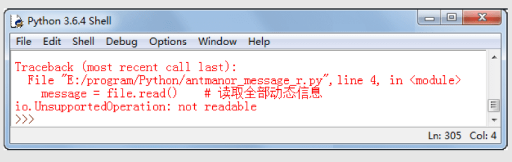


图 13.11　没有读取权限抛出的异常

例如，要读取 message.txt 文件中的前 9 个字符，可以使用下面的代码。

```
01  with open('message.txt','r') as file:        # 打开文件
02      string = file.read(9)                    # 读取前 9 个字符
03      print(string)
```

如果 message.txt 的文件内容为：

```
你使用了 1 张加速卡，小鸡撸起袖子开始双手吃饲料，进食速度大大加快。
```

那么执行上面的代码将显示以下结果：

```
你使用了 1 张加速卡
```

使用 read(size)方法读取文件时，是从文件的开头读取的。如果想要读取部分内容，可以先使用文件对象的 seek()方法将文件的指针移动到新的位置，然后再应用 read(size)方法读取。seek()方法的基本语法格式如下：

```
file.seek(offset[,whence])
```

参数说明如下：

☑ file：表示已经打开的文件对象。

☑ offset：用于指定移动的字符个数，其具体位置与 whence 有关。

☑ whence：用于指定从什么位置开始计算。值为 0 表示从文件头开始计算，1 表示从当前位置开始计算，2 表示从文件尾开始计算，默认为 0。

注意

对于 whence 参数，如果在打开文件时没有使用 b 模式（即 rb），那么只允许从文件头开始计算相对位置，从文件尾计算时就会引发如图 13.12 所示的异常。

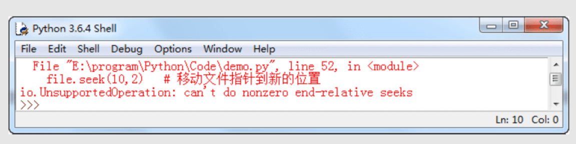


图 13.12　抛出 io.UnsupportedOperation 异常

例如，想要从文件的第 19 个字符开始读取 13 个字符可以使用下面的代码。

```
01  with open('message.txt','r') as file:          # 打开文件
02      file.seek(19)                              # 移动文件指针到新的位置
03      string = file.read(13)                     # 读取 13 个字符
04      print(string)
```

如果 message.txt 的文件内容为：

```
你使用了 1 张加速卡，小鸡撸起袖子开始双手吃饲料，进食速度大大加快。
```

那么执行上面的代码将显示以下结果：

```
小鸡撸起袖子开始双手吃饲料
```

说明

在使用 seek()方法时，offset 的值是按一个汉字占两个字符、英文和数字占一个字符计算的。这与 read(size)方法不同。

场景模拟：在蚂蚁庄园的动态栏目中记录着庄园里的新鲜事。现在想显示庄园里的动态信息。

【例 13.3】　显示蚂蚁庄园的动态。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\03**）

在 IDLE 中创建一个名称为 antmanor_message_r.py 的文件，然后在该文件中首先应用 open()函数以



只读方式打开一个文件，然后再调用 read()方法读取全部动态信息，并输出，代码如下：

```
01  print("\n","="*25,"蚂蚁庄园动态","="*25,"\n")
02  with open('message.txt','r') as file:            # 打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03      message = file.read()                        # 读取全部动态信息
04      print(message)                               # 输出动态信息
05      print("\n","="*29,"over","="*29,"\n")
```

执行上面的代码，将显示如图 13.13 所示的结果。

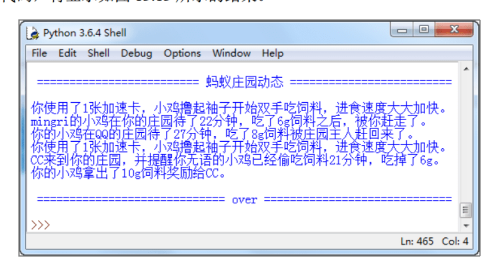


图 13.13　显示蚂蚁庄园的全部动态

2. 读取一行

在使用 read()方法读取文件时，如果文件很大，一次读取全部内容到内存，容易造成内存不足，所以通常会采用逐行读取。文件对象提供了 readline()方法用于每次读取一行数据。readline()方法的基本语法格式如下：

```
file.readline()
```

其中，file 为打开的文件对象。同 read()方法一样，打开文件时，也需要指定打开模式为 r（只读）或者 r+（读写）。

场景模拟：在蚂蚁庄园的动态栏目中记录着庄园里的新鲜事。现在想显示庄园里的动态信息。

【例 13.4】 逐行显示蚂蚁庄园的动态。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\04**）

在 IDLE 中创建一个名称为 antmanor_message_rl.py 的文件，然后在该文件中首先应用 open()函数以只读方式打开一个文件，然后应用 while 语句创建一个循环，在该循环中调用 readline()方法读取一条动态信息并输出，另外还需要判断内容是否已经读取完毕，如果读取完毕，则应用 break 语句跳出循环，代码如下：

```
01  print("\n","="*35,"蚂蚁庄园动态","="*35,"\n")
02  with open('message.txt','r') as file:                    # 打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03      number = 0                                           # 记录行号
04      while True:
```

```
05              number += 1
06              line = file.readline()
07              if line =='':
08                  Break                                    # 跳出循环
09              print(number,line,end= "\n")                 # 输出一行内容
10      print("\n","="*39,"over","="*39,"\n")
```

执行上面的代码，将显示如图 13.14 所示的结果。

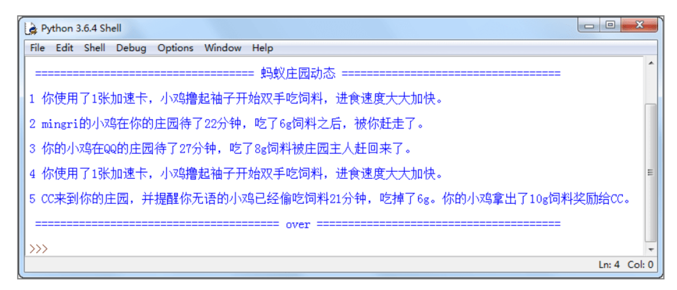


图 13.14　逐行显示蚂蚁庄园的全部动态

3. 读取全部行

读取全部行的作用与调用 read()方法时不指定 size 类似，只不过读取全部行时，返回的是一个字符串列表，每个元素为文件的一行内容。读取全部行，使用的是文件对象的 readlines()方法，其语法格式如下：

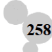
```
file.readlines()
```

其中，file 为打开的文件对象。同 read()方法一样，打开文件时，也需要指定打开模式为 r（只读）或者 r+（读写）。

例如，通过 readlines()方法读取实例 13.3 中的 message.txt 文件，并输出读取结果，代码如下：

```
01  print("\n","="*25,"蚂蚁庄园动态","="*25,"\n")
02  with open('message.txt','r') as file:          # 打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03      message = file.readlines()                 # 读取全部动态信息
04      print(message)                             # 输出动态信息
05      print("\n","="*29,"over","="*29,"\n")
```

执行上面的代码，将显示如图 13.15 所示的运行结果。



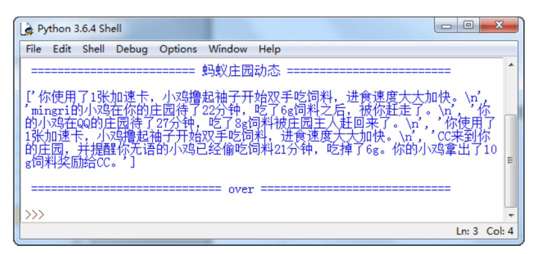


图 13.15　readlines()方法的返回结果

从该运行结果中可以看出，readlines()方法的返回值为一个字符串列表。在这个字符串列表中，每个元素记录一行内容。如果文件比较大，采用这种方法输出读取的文件内容会很慢。这时可以将列表的内容逐行输出。例如，上面的代码可以修改为以下内容。

```
01  print("\n","="*25,"蚂蚁庄园动态","="*25,"\n")
02  with open('message.txt','r') as file:          # 打开保存蚂蚁庄园动态信息的文件
03      messageall = file.readlines()              # 读取全部动态信息
04      for message in messageall:
05          print(message)                         # 输出一条动态信息
06  print("\n","="*29,"over","="*29,"\n")
```

运行结果如图 13.16 所示。

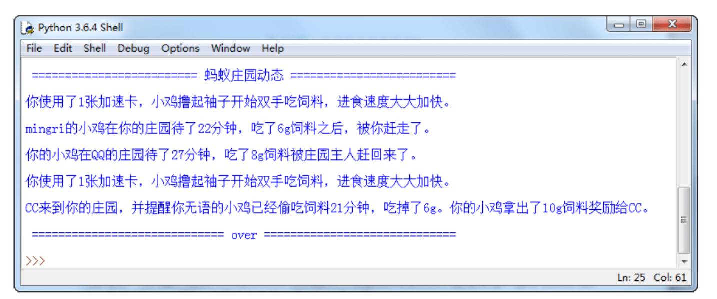


图 13.16　应用 readlines()方法并逐行输出动态信息

13.2 目 录 操 作

目录也称文件夹，用于分层保存文件。通过目录可以分门别类地存放文件。我们也可以通过目录快速找到想要的文件。在 Python 中，并没有提供直接操作目录的函数或者对象，而是需要使用内置的 os 和 os.path 模块实现。

说明

os 模块是 Python 内置的与操作系统功能和文件系统相关的模块。该模块中的语句的执行结果通常与操作系统有关，在不同操作系统上运行，可能会得到不一样的结果。

常用的目录操作主要有判断目录是否存在、创建目录、删除目录和遍历目录等，下面将进行详细介绍。

说明

本章的内容都是以 Windows 操作系统为例进行介绍的。所以代码的执行结果也都是在 Windows 操作系统下显示的。

13.2.1 os 和 os.path 模块



在 Python 中，内置了 os 模块及其子模块 os.path 用于对目录或文件进行操作。在使用 os 模块或者 os.path 模块时，需要先应用 import 语句将其导入，然后才可以应用它们提供的函数或者变量。

导入 os 模块可以使用下面的代码：

```
import os
```

说明

导入 os 模块后，也可以使用其子模块 os.path。

导入 os 模块后，可以使用该模块提供的通用变量获取与系统有关的信息。常用的变量有以下几个。

☑ name：用于获取操作系统类型。

例如，在 Windows 操作系统下输出 os.name，将显示如图 13.17 所示的结果。

说明

如果 os.name 的输出结果为 nt，则表示是 Windows 操作系统；如果是 posix，则表示是 Linux、UNIX 或 Mac OS 操作系统。



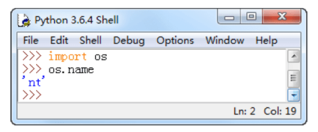


图 13.17　显示 os.name 的结果

☑　linesep：用于获取当前操作系统上的换行符。

例如，在 Windows 操作系统下输出 os.linesep，将显示如图 13.18 所示的结果。

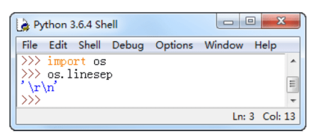


图 13.18　显示 os.linesep 的结果

☑　sep：用于获取当前操作系统所使用的路径分隔符。

例如，在 Windows 操作系统下输出 os.sep，将显示如图 13.19 所示的结果。

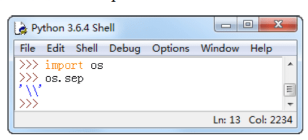


图 13.19　显示 os.sep 的结果

os 模块还提供了一些操作目录的函数，如表 13.2 所示。

表 13.2　os 模块提供的与目录相关的函数

函　　数	说　　明
getcwd()	返回当前的工作目录
listdir(path)	返回指定路径下的文件和目录信息
mkdir(path [,mode])	创建目录
makedirs(path1/path2...[,mode])	创建多级目录
rmdir(path)	删除目录
removedirs(path1/path2...)	删除多级目录
chdir(path)	把 path 设置为当前工作目录

续表

函　　数	说　　明
walk(top[,topdown[,onerror]])	遍历目录树，该方法返回一个元组，包括所有路径名、所有目录列表和文件列表 3 个元素

os.path 模块也提供了一些操作目录的函数，如表 13.3 所示。

表 13.3　os.path 模块提供的与目录相关的函数

函　　数	说　　明
abspath(path)	用于获取文件或目录的绝对路径
exists(path)	用于判断目录或者文件是否存在，如果存在则返回 True，否则返回 False
join(path,name)	将目录与目录或者文件名拼接起来
splitext()	分离文件名和扩展名
basename(path)	从一个目录中提取文件名
dirname(path)	从一个路径中提取文件路径，不包括文件名
isdir(path)	用于判断是否为有效路径

13.2.2　路径



用于定位一个文件或者目录的字符串被称为一个路径。在程序开发时，通常会涉及两种路径，一种是相对路径，另一种是绝对路径。

1. 相对路径

在学习相对路径之前，需要先了解什么是当前工作目录。当前工作目录是指当前文件所在的目录。在 Python 中，可以通过 os 模块提供的 getcwd()函数获取当前工作目录。例如，在 E:\program\Python\Code\demo.py 文件中，编写以下代码：

```
01    import os
02    print(os.getcwd())      # 输出当前目录
```

执行上面的代码后，将显示以下目录，该路径就是当前工作目录。

```
E:\program\Python\Code
```

相对路径就是依赖于当前工作目录的。如果在当前工作目录下有一个名称为 message.txt 的文件，那么在打开这个文件时，就可以直接写上文件名，这时采用的就是相对路径，message.txt 文件的实际路径就是当前工作目录“E:\program\Python\Code”+相对路径“message.txt”，即 E:\program\Python\Code\message.txt。



如果在当前工作目录下有一个子目录 demo，并且在该子目录下保存着文件 message.txt，那么在打开这个文件时就可以写上“demo/message.txt”，例如下面的代码。

```
01    with open("demo/message.txt") as file:            # 通过相对路径打开文件
02        pass
```

说明

在 Python 中，指定文件路径时需要对路径分隔符“\”进行转义，即将路径中的“\”替换为“\\”。例如，对于相对路径“demo\message.txt”需要使用“demo\\message.txt”代替。另外，也可以将路径分隔符“\”采用“/”代替。

说明

在指定文件路径时，也可以在表示路径的字符串前面加上字母 r（或 R），那么该字符串将原样输出，这时路径中的分隔符就不需要再转义了。例如，上面的代码也可以修改为以下内容。

```
01    with open(r"demo\message.txt") as file:            # 通过相对路径打开文件
02        pass
```

2. 绝对路径

绝对路径是指在使用文件时指定文件的实际路径。它不依赖于当前工作目录。在 Python 中，可以通过 os.path 模块提供的 abspath()函数获取一个文件的绝对路径。abspath()函数的基本语法格式如下：

```
os.path.abspath(path)
```

其中，path 为要获取绝对路径的相对路径，可以是文件，也可以是目录。

例如，要获取相对路径“demo\message.txt”的绝对路径，可以使用下面的代码。

```
01    import os
02    print(os.path.abspath(r"demo\message.txt"))                    # 获取绝对路径
```

如果当前工作目录为“E:\program\Python\Code”，那么将得到以下结果。

```
E:\program\Python\Code\demo\message.txt
```

3. 拼接路径

如果想要将两个或者多个路径拼接到一起组成一个新的路径，可以使用 os.path 模块提供的 join()函数实现。join()函数基本语法格式如下：

```
os.path.join(path1[,path2[,...]])
```

其中，path1、path2 用于代表要拼接的文件路径，这些路径间使用逗号进行分隔。如果在要拼接的路径中没有一个绝对路径，那么最后拼接出来的将是一个相对路径。

注意

使用 os.path.join()函数拼接路径时，并不会检测该路径是否真实存在。

例如，需要将“E:\program\Python\Code”和“demo\message.txt”路径拼接到一起，可以使用下面的代码。

```
01  import os
02  print(os.path.join("E:\program\Python\Code","demo\message.txt"))          # 拼接字符串
```

执行上面的代码，将得到以下结果。

```
E:\program\Python\Code\demo\message.txt
```

说明

在使用 join()函数时，如果要拼接的路径中存在多个绝对路径，那么以从左到右最后一次出现的为准，并且该路径之前的参数都将被忽略。例如，执行下面的代码。

```
01  import os
02  print(os.path.join("E:\\code","E:\\python\\mr","Code","C:\\","demo"))    # 拼接字符串
```

将得到拼接后的路径为“C:\demo”。

注意

把两个路径拼接为一个路径时，不要直接使用字符串拼接，而是使用 os.path.join()函数，这样可以正确处理不同操作系统的路径分隔符。

13.2.3 判断目录是否存在



在 Python 中，有时需要判断给定的目录是否存在，这时可以使用 os.path 模块提供的 exists()函数实现。exists()函数的基本语法格式如下：

```
os.path.exists(path)
```

其中，path 为要判断的目录，可以采用绝对路径，也可以采用相对路径。

返回值：如果给定的路径存在，则返回 True，否则返回 False。



例如，要判断绝对路径“C:\demo”是否存在，可以使用下面的代码。

```
01  import os
02  print(os.path.exists("C:\\demo"))                    # 判断目录是否存在
```

执行上面的代码，如果在 C 盘根目录下没有 demo 子目录，则返回 False，否则返回 True。



说明

os.path.exists()函数除了可以判断目录是否存在，还可以判断文件是否存在。例如，如果将上面代码中的“C:\\demo”替换为“C:\\demo\\test.txt”，则用于判断 C:\demo\test.txt 文件是否存在。

13.2.4　创建目录



在 Python 中，os 模块提供了两个创建目录的函数，一个用于创建一级目录，另一个用于创建多级目录。下面分别进行介绍。

1. 创建一级目录

创建一级目录是指一次只能创建一级目录。在 Python 中，可以使用 os 模块提供的 mkdir()函数实现。通过该函数只能创建指定路径中的最后一级目录，如果该目录的上一级不存在，则抛出 FileNotFoundError 异常。mkdir()函数的基本语法格式如下：

```
os.mkdir(path, mode=0o777)
```

参数说明如下：

☑ path：用于指定要创建的目录，可以使用绝对路径，也可以使用相对路径。

☑ mode：用于指定数值模式，默认值为 0777。该参数在非 UNIX 系统上无效或被忽略。

例如，在 Windows 系统上创建一个 C:\demo 目录，可以使用下面的代码。

```
01  import os
02  os.mkdir("C:\\demo")   # 创建 C:\demo 目录
```

执行上面的代码后，将在 C 盘根目录下创建一个 demo 目录，如图 13.20 所示。

如果创建的路径已经存在，则将抛出 FileExistsError 异常，例如，将上面的示例代码再执行一次，将抛出如图 13.21 所示的异常。

要解决上面的问题，可以在创建目录前，先判断指定的目录是否存在，只有当目录不存在时才创建。具体代码如下：

```
01  import os
02  path = "C:\\demo"                   # 指定要创建的目录
03  if not os.path.exists(path):        # 判断目录是否存在
04      os.mkdir(path)                  # 创建目录
05      print("目录创建成功！")
```

```
06  else:
07      print("该目录已经存在！")
```

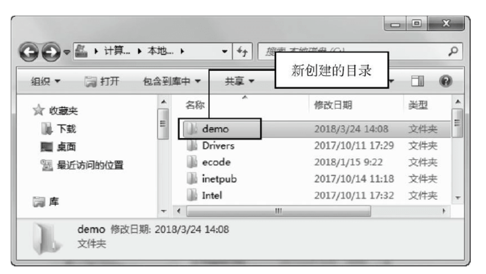


图 13.20　创建 demo 目录成功

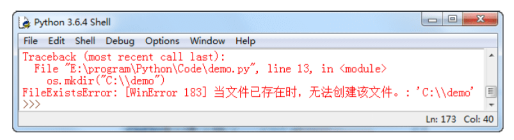


图 13.21　创建 demo 目录失败

执行上面的代码，将显示“该目录已经存在！”。

注意

如果指定的目录有多级，而且最后一级的上级目录中有不存在的，则抛出 FileNotFoundError 异常，并且目录创建不成功。要解决该问题有两种方法，一种是使用创建多级目录的方法（将在下面进行介绍），另一种是编写递归函数调用 os.mkdir()函数实现，具体代码如下：

```
01  import os                              # 导入标准模块 os
02  def mkdir(path):                       # 定义递归创建目录的函数
03  if not os.path.isdir(path):            # 判断是否为有效路径
04      mkdir(os.path.split(path)[0])      # 递归调用
05  else:                                  # 如果目录存在，直接返回
06  return
07  os.mkdir(path)                         # 创建目录
08  mkdir("D:/mr/test/demo")               # 调用 mkdir 递归函数
```

2. 创建多级目录

使用 mkdir()函数只能创建一级目录，如果想创建多级，可以使用 os 模块提供的 makedirs()函数，



该函数用于采用递归的方式创建目录。makedirs()函数的基本语法格式如下：

```
os.makedirs(name, mode=0o777)
```

参数说明如下：

☑ name：用于指定要创建的目录，可以使用绝对路径，也可以使用相对路径。

☑ mode：用于指定数值模式，默认值为 0777。该参数在非 UNIX 系统上无效或被忽略。

例如，在 Windows 系统上刚刚创建的 C:\demo 目录下，再创建子目录 test\dir\mr（对应的目录为：C:\demo\test\dir\mr），可以使用下面的代码。

```
01    import os
02    os. makedirs ("C:\\demo\\test\\dir\\mr ")    # 创建 C:\demo\test\dir\mr 目录
```

执行上面的代码后，将在 C:\demo 目录下创建子目录 test，并且在 test 目录下再创建子目录 dir，在 dir 目录下再创建子目录 mr。创建后的目录结构如图 13.22 所示。



图 13.22　创建多级目录的结果

13.2.5　删除目录



删除目录可以使用 os 模块提供的 rmdir()函数实现。通过 rmdir()函数删除目录时，只有当要删除的目录为空时才起作用。rmdir()函数的基本语法格式如下：

```
os.rmdir(path)
```

其中，path 为要删除的目录，可以使用相对路径，也可以使用绝对路径。

例如，要删除刚刚创建的 C:\demo\test\dir\mr 目录，可以使用下面的代码。

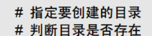
```
01    import os
02    os.rmdir("C:\\demo\\test\\dir\\mr")    # 删除 C:\demo\test\dir\mr 目录
```

执行上面的代码后，将删除 C:\demo\test\dir 目录下的 mr 目录。

注意

如果要删除的目录不存在，那么将抛出“FileNotFoundError: [WinError 2] 系统找不到指定的文件。”异常。因此，在执行 os.rmdir()函数前，建议先判断该路径是否存在，可以使用 os.path.exists()函数判断。具体代码如下：

```
01
02  import os
03  path = "C:\\demo\\test\\dir\\mr"                # 指定要创建的目录
04  if os.path.exists(path):                        # 判断目录是否存在
05      os.rmdir("C:\\demo\\test\\dir\\mr")         # 删除目录
06      print("目录删除成功！")
07  else:
08      print("该目录不存在！")
```





说明

使用 rmdir()函数只能删除空的目录，如果想要删除非空目录，则需要使用 Python 内置的标准模块 shutil 的 rmtree()函数实现。例如，要删除不为空的“C:\\demo\\test”目录，可以使用下面的代码。

```
01  import shutil
02  shutil.rmtree("C:\\demo\\test")    # 删除 C:\demo 目录下的 test 子目录及其内容
```

13.2.6 遍历目录



遍历在古汉语中的意思是全部走遍，到处周游。在 Python 中，遍历的意思也和这差不多，就是对指定的目录下的全部目录（包括子目录）及文件运行一遍。在 Python 中，os 模块的 walk()函数用于实现遍历目录的功能。walk()函数的基本语法格式如下：

```
os.walk(top[, topdown][, onerror][, followlinks])
```

参数说明如下：

- ☑ top：用于指定要遍历内容的根目录。
- ☑ topdown：可选参数，用于指定遍历的顺序，如果值为 True，表示自上而下遍历（即先遍历根目录）；如果值为 False，表示自下而上遍历（即先遍历最后一级子目录）。默认值为 True。
- ☑ onerror：可选参数，用于指定错误处理方式，默认为忽略，如果不想忽略，也可以指定一个错误处理函数。通常情况下采用默认。
- ☑ followlinks：可选参数，默认情况下，walk()函数不会向下转换成解析到目录的符号链接，将该参数值设置为 True，表示用于指定在支持的系统上访问由符号链接指向的目录。
- ☑ 返回值：返回一个包括 3 个元素（dirpath, dirnames, filenames）的元组生成器对象。其中，dirpath

表示当前遍历的路径，是一个字符串；dirnames 表示当前路径下包含的子目录，是一个列表；filenames 表示当前路径下包含的文件，也是一个列表。

例如，要遍历指定目录“E:\program\Python\Code\01”，可以使用下面的代码。

```
01  import os                                             # 导入 os 模块
02  tuples = os.walk("E:\\program\\Python\\Code\\01")    # 遍历 E:\program\Python\Code\01 目录
03  for tuple1 in tuples:                                 # 通过 for 循环输出遍历结果
04      print(tuple1 ,"\n")                               # 输出每一级目录的元组
```

如果在“E:\program\Python\Code\01”目录下包括如图 13.23 所示的内容，执行上面的代码，将显示如图 13.24 所示的结果。

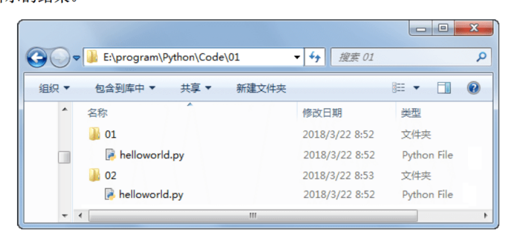


图 13.23　遍历指定目录的结果

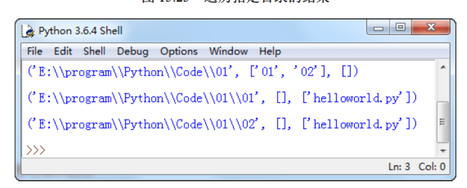


图 13.24　遍历指定目录的结果

注意

walk()函数只在 UNIX 和 Windows 系统中有效。

图 13.24 得到的结果比较混乱，下面通过一个具体的实例演示实现遍历目录时，输出目录或文件的完整路径。

【例 13.5】 遍历指定目录。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\05**）

在 IDLE 中创建一个名称为 walk_list.py 的文件，然后在该文件中首先应用 open()函数以只读方式打开一个文件，然后应用 while 语句创建一下循环，在该循环中调用 readline()方法读取一条动态信息并

输出，另外还需要判断内容是否已经读取完毕，如果读取完毕，应用 break 语句跳出循环，代码如下：

```
01  import os                                              # 导入 os 模块
02  path = "C:\\demo"                                      # 指定要遍历的根目录
03  print("【",path,"】 目录下包括的文件和目录：")
04  for root, dirs, files in os.walk(path, topdown=True):  # 遍历指定目录
05      for name in dirs:                                  # 循环输出遍历到的子目录
06          print("∏",os.path.join(root, name))
07      for name in files:                                 # 循环输出遍历到的文件
08          print("≌",os.path.join(root, name))
```

执行上面的代码，可能显示如图 13.25 所示的结果。

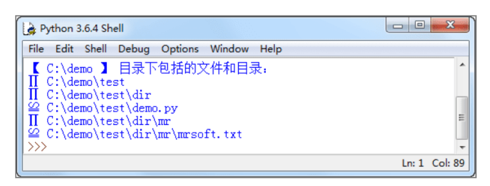


图 13.25　遍历指定目录



说明

读者得到的结果可能会与此不同，具体显示内容将根据具体的目录结构而定。

13.3　高级文件操作

Python 内置的 os 模块除了可以对目录进行操作，还可以对文件进行一些高级操作，具体函数如表 13.4 所示。

表 13.4　os 模块提供的与文件相关的函数

函　　数	说　　明
access(path,accessmode)	获取对文件是否有指定的访问权限（读取/写入/执行权限）。accessmode 的值是 R_OK（读取）、W_OK（写入）、X_OK（执行）或 F_OK（存在）。如果有指定的权限，则返回 1，否则返回 0
chmod(path,mode)	修改 path 指定文件的访问权限

续表

函　　数	说　　明
remove(path)	删除 path 指定的文件路径
rename(src,dst)	将文件或目录 src 重命名为 dst
stat(path)	返回 path 指定文件的信息
startfile(path [, operation])	使用关联的应用程序打开 path 指定的文件

下面将对常用的操作进行详细介绍。

13.3.1　删除文件



Python 没有内置删除文件的函数，但是在内置的 os 模块中提供了删除文件的函数 remove()，该函数的基本语法格式如下：

```
os. remove(path)
```

其中，path 为要删除的文件路径，可以使用相对路径，也可以使用绝对路径。

例如，要删除当前工作目录下的 mrsoft.txt 文件，可以使用下面的代码。

```
01    import os                        # 导入 os 模块
02    os.remove("mrsoft.txt")          # 删除当前工作目录下的 mrsoft.txt 文件
```

执行上面的代码后，如果在当前工作目录下存在 mrsoft.txt 文件，即可将其删除，否则将显示如图 13.26 所示的异常。

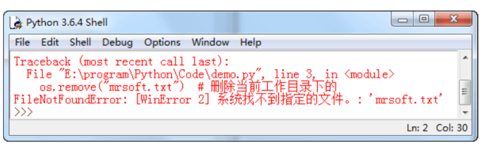


图 13.26　要删除的文件不存异常

为了屏蔽以上异常，可以在删除文件时先判断文件是否存在，只有存在时才执行删除操作。具体代码如下：

```
01    import os                        # 导入 os 模块
02    path = "mrsoft.txt"              # 要删除的文件
03    if os.path.exists(path):         # 判断文件是否存在
04        os.remove(path)              # 删除文件
05        print("文件删除完毕！")
```

执行上面的代码，如果 mrsoft.txt 不存在，则显示以下内容：

```
文件不存在！
```

否则将显示以下内容，同时文件将被删除。

```
文件删除完毕！
```

13.3.2 重命名文件和目录



os 模块提供了重命名文件和目录的函数 rename()，如果指定的路径是文件，则重命名文件，如果指定的路径是目录，则重命名目录。rename()函数的基本语法格式如下：

```
os.rename(src,dst)
```

其中，src 用于指定要进行重命名的目录或文件；dst 用于指定重命名后的目录或文件。

同删除文件一样，在进行文件或目录重命名时，如果指定的目录或文件不存在，也将抛出 FileNotFoundError 异常，所以在进行文件或目录重命名时，也建议先判断文件或目录是否存在，只有存在时才进行重命名操作。

例如，想要将“C:\demo\test\dir\mr\mrsoft.txt”文件重命名为“C:\demo\test\dir\mr\mr.txt”，可以使用下面的代码。

```
01  import os                                          # 导入 os 模块
02  src = "C:\\demo\\test\\dir\\mr\\mrsoft.txt"        # 要重命名的文件
03  dst = "C:\\demo\\test\\dir\\mr\\mr.txt"            # 重命名后的文件
04  os.rename(src,dst)                                 # 重命名文件
05  if os.path.exists(src):                            # 判断文件是否存在
06      os.rename(src,dst)                             # 重命名文件
07      print("文件重命名完毕！")
08  else:
09      print("文件不存在！")
```

执行上面的代码，如果 C:\demo\test\dir\mr\mrsoft.txt 文件不存在，则显示以下内容：

```
文件不存在！
```

否则将显示以下内容，同时文件被重命名。

```
文件重命名完毕！
```

使用 rename()函数重命名目录与命名文件基本相同，只要把原来的文件路径替换为目录即可。例如，想要将当前目录下的 demo 目录重命名为 test，可以使用下面的代码。

```
01  import os                  # 导入 os 模块
02  src = "demo"               # 要重命名的目录当前目录下的 demo
```



```
03  dst = "test"                  # 重命名后的目录重命名为 test
04  if os.path.exists(src):       # 判断目录是否存在
05      os.rename(src,dst)        # 重命名目录
06      print("目录重命名完毕！")
07  else:
08      print("目录不存在！")
```

注意

在使用 rename()函数重命名目录时，只能修改最后一级的目录名称，否则将抛出如图 13.27 所示的异常。

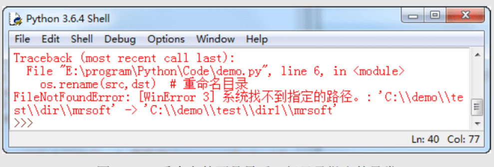


图 13.27 重命名的不是最后一级目录抛出的异常

13.3.3 获取文件基本信息



在计算机上创建文件后，该文件本身就会包含一些信息。例如，文件的最后一次访问时间、最后一次修改时间、文件大小等基本信息。通过 os 模块的 stat()函数可以获取到文件的这些基本信息。stat()函数的基本语法如下：

```
os.stat(path)
```

其中，path 为要获取文件基本信息的文件路径，可以是相对路径，也可以是绝对路径。

stat()函数的返回值是一个对象，该对象包含如表 13.5 所示的属性。通过访问这些属性可以获取文件的基本信息。

表 13.5 stat()函数返回的对象的常用属性

属性	说明	属性	说明
st_mode	保护模式	st_dev	设备名
st_ino	索引号	st_uid	用户 ID
st_nlink	硬链接号（被连接数目）	st_gid	组 ID
st_size	文件大小，单位为字节	st_atime	最后一次访问时间

续表

属　　性	说　　明	属　　性	说　　明
st_mtime	最后一次修改时间	st_ctime	最后一次状态变化的时间（系统不同返回结果也不同，例如，在 Windows 操作系统下返回的是文件的创建时间）

下面通过一个具体的实例演示如何使用 stat()函数获取文件的基本信息。

【例 13.6】 获取文件基本信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\13\06**）

在 IDLE 中创建一个名称为 fileinfo.py 的文件，然后在该文件中首先应用 open()函数以只读方式打开一个文件，然后应用 while 语句创建一个循环，在该循环中调用 readline()方法读取一条动态信息并输出，另外还需要判断内容是否已经读取完毕，如果读取完毕应用 break 语句跳出循环，代码如下：

```
01  import os                                             # 导入 os 模块
02  fileinfo = os.stat("mr.png")                          # 获取文件的基本信息
03  print("文件完整路径：", os.path.abspath("mr.png"))    # 获取文件的完整数路径
04  # 输出文件的基本信息
05  print("索引号：",fileinfo.st_ino)
06  print("设备名：",fileinfo.st_dev)
07  print("文件大小：",fileinfo.st_size," 字节")
08  print("最后一次访问时间：",fileinfo.st_atime)
09  print("最后一次修改时间：",fileinfo.st_mtime)
10  print("最后一次状态变化时间：",fileinfo.st_ctime)
```

运行上面的代码，将显示如图 13.28 所示的结果。

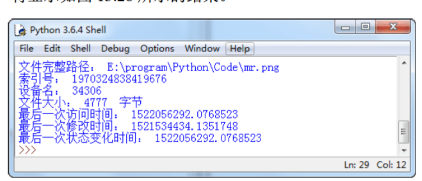


图 13.28　获取并显示文件的基本信息

由于上面的结果中的时间和字节数都是一长串的整数，与我们平时见到的有所不同，所以一般情况下，为了让显示更加直观，还需要对这样的数值进行格式化。这里主要编写两个函数，一个用于格式化时间，另一个用于格式化代表文件大小的字节数。修改后的代码如下：

```
01  import os                                        # 导入 os 模块
02  def formatTime(longtime):
03      '''格式化日期时间的函数
04          longtime：要格式化的时间
05      '''
06      import time                                  # 导入时间模块
07      return time.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S',time.localtime(longtime))
```

```
08  def formatByte(number):
09      '''格式化文件大小的函数
10         number：要格式化的字节数
11      '''
12      for (scale,label) in [(1024*1024*1024,"GB"),(1024*1024,"MB"),(1024,"KB")]:
13          if number>= scale:                      # 如果文件大小大于等于 1KB
14              return "%.2f %s" %(number*1.0/scale,label)
15          elif number == 1:                       # 如果文件大小为 1 字节
16              return "1 字节"
17          else:                                   # 处理小于 1KB 的情况
18              byte = "%.2f" % (number or 0)
19      # 去掉结尾的.00，并且加上单位“字节”
20      return (byte[:-3] if byte.endswith('.00') else byte)+" 字节"
21  if __name__ == '__main__':
22      fileinfo = os.stat("mr.png")                # 获取文件的基本信息
23      print("文件完整路径：", os.path.abspath("mr1.png")) # 获取文件的完整路径
24      # 输出文件的基本信息
25      print("索引号：",fileinfo.st_ino)
26      print("设备名：",fileinfo.st_dev)
27      print("文件大小：",formatByte(fileinfo.st_size))
28      print("最后一次访问时间：",formatTime(fileinfo.st_atime))
29      print("最后一次修改时间：",formatTime(fileinfo.st_mtime))
30      print("最后一次状态变化时间：",formatTime(fileinfo.st_ctime))
```

执行上面的代码，将显示如图 13.29 所示的结果。

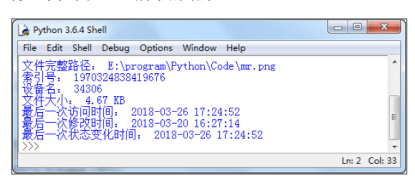


图 13.29　格式化后的文件基本信息

13.4　小　　结

本章首先介绍了如何应用 Python 自带的函数进行基本文件操作，然后介绍了如何应用 Python 内置的 os 模块及其子模块 os.path 进行目录相关的操作，最后又介绍了如何应用 os 模块进行高级文件操作，例如删除文件、重命名文件和目录，以及获取文件基本信息等。本章介绍的这些内容都是 Python 中进行文件操作的基础，在实际开发中，为了实现更为高级的功能，通常会借助其他的模块。例如，要进行文件压缩和解压缩，可以使用 shutil 模块。本章中没有涉及这些内容，读者可以在掌握了本章介绍的内容后，自行查找相关学习资源。

第 14 章

操作数据库

（视频讲解：74 分钟）

程序运行的时候，数据都是在内存中的。当程序终止的时候，通常都需要将数据保存到磁盘上，前面我们学习了将数据写入文件，保存在磁盘上。为了便于程序保存和读取数据，而且，能直接通过条件快速查询到指定的数据，就出现了数据库（Database）这种专门用于集中存储和查询的软件。本章将介绍数据库编程接口的知识，以及使用 SQLite 和 MySQL 存储数据的方法。

通过阅读本章，您可以：

- **了解数据库编程接口中的连接对象和游标对象**
- **掌握如何创建 SQLite 数据库**
- **掌握操作 SQLite 数据库的方法**
- **了解如何下载和安装 MySQL 数据库**
- **了解安装 PyMySQL 的方法**
- **掌握如何通过 PyMySQL 连接和创建数据库**
- **掌握如何操作 MySQL 数据库**

14.1　数据库编程接口

在项目开发中，数据库应用必不可少。虽然数据库的种类有很多，如 SQLite、MySQL、Oracle 等，但是它们的功能基本都是一样的，为了对数据库进行统一的操作，大多数语言都提供了简单的、标准化的数据库接口（API）。在 Python Database API 2.0 规范中，定义了 Python 数据库 API 接口的各个部分，如模块接口、连接对象、游标对象、类型对象和构造器、DB API 的可选扩展以及可选的错误处理机制等。下面重点介绍一下数据库 API 接口中的连接对象和游标对象。

14.1.1　连接对象



数据库连接对象（Connection Object）主要提供获取数据库游标对象和提交/回滚事务的方法，以及关闭数据库连接。

1. 获取连接对象

如何获取连接对象呢？这就需要使用 connect()函数。该函数有多个参数，具体使用哪个参数，取决于使用的数据库类型。例如，需要访问 Oracle 数据库和 MySQL 数据库，则必须同时下载 Oracle 和 MySQL 数据库模块。这些模块在获取连接对象时，都需要使用 connect()函数。connect()函数常用的参数及说明如表 14.1 所示。

表 14.1　connect()函数常用的参数及说明

参　　数	说　　明
dsn	数据源名称，给出该参数表示数据库依赖
user	用户名
password	用户密码
host	主机名
database	数据库名称

例如，使用 PyMySQL 模块连接 MySQL 数据库，示例代码如下：

```
01	conn = pymysql.connect(host='localhost',
02	                       user='user',
03	                       password='passwd',
04	                       db='test',
05	                       charset='utf8',
06	                       cursorclass=pymysql.cursors.DictCursor)
```



说明

上述代码中，pymysql.connect()使用的参数与表 14.1 中并不完全相同。在使用时，要以具体的数据库模块为准。

2. 连接对象的方法

connect()函数返回连接对象。这个对象表示目前和数据库的会话。连接对象支持的方法如表 14.2 所示。

表 14.2　连接对象方法

方 法 名	说　明
close()	关闭数据库连接
commit()	提交事务
rollback()	回滚事务
cursor()	获取游标对象，操作数据库，如执行 DML 操作，调用存储过程等

commit()方法用于提交事务，事务主要用于处理数据量大、复杂度高的数据。如果操作的是一系列的动作，比如张三给李四转账，有如下两个操作：

☑　张三账户金额减少；

☑　李四账户金额增加。

这时使用事务可以维护数据库的完整性，保证两个操作要么全部执行，要么全部不执行。

14.1.2　游标对象



游标对象（Cursor Object）代表数据库中的游标，用于指示抓取数据操作的上下文。主要提供执行 SQL 语句、调用存储过程、获取查询结果等方法。

如何获取游标对象呢？通过使用连接对象的 cursor()方法，可以获取到游标对象。游标对象的属性如下所示：

☑　description：数据库列类型和值的描述信息。

☑　rowcount：回返结果的行数统计信息，如 SELECT、UPDATE、CALLPROC 等。

游标对象的方法如表 14.3 所示。

表 14.3　游标对象方法

方 法 名	说　明
callproc(procname,[, parameters])	调用存储过程，需要数据库支持
close()	关闭当前游标



续表

方　法　名	说　　明
execute(operation[, parameters])	执行数据库操作，SQL 语句或者数据库命令
executemany(operation, seq_of_params)	用于批量操作，如批量更新
fetchone()	获取查询结果集中的下一条记录
fetchmany(size)	获取指定数量的记录
fetchall()	获取结果集的所有记录
nextset()	跳至下一个可用的结果集
arraysize	指定使用 fetchmany()获取的行数，默认为 1
setinputsizes(sizes)	设置在调用 execute*()方法时分配的内存区域大小
setoutputsize(sizes)	设置列缓冲区大小，对大数据列如 LONGS 和 BLOBS 尤其有用

14.2　使用 SQLite

与许多其他数据库管理系统不同，SQLite 不是一个客户端/服务器结构的数据库引擎，而是一种嵌入式数据库，它的数据库就是一个文件。SQLite 将整个数据库，包括定义、表、索引以及数据本身，作为一个单独的、可跨平台使用的文件存储在主机中。由于 SQLite 本身是用 C 语言写的，而且体积很小，所以，经常被集成到各种应用程序中。Python 就内置了 SQLite3，所以，在 Python 中使用 SQLite，不需要安装任何模块，直接使用。

14.2.1　创建数据库文件



由于 Python 中已经内置了 SQLite3，所以可以直接使用 import 语句导入 SQLite3 模块。Python 操作数据库的通用的流程如图 14.1 所示。

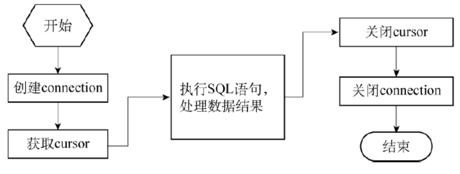


图 14.1　操作数据库流程

【例 14.1】 创建 SQLite 数据库文件。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\01**）

创建一个 mrsoft.db 的数据库文件，然后执行 SQL 语句创建一个 user（用户表），user 表包含 id 和 name 两个字段。具体代码如下：

```
01  import sqlite3
02  # 连接到 SQLite 数据库
03  # 数据库文件是 mrsoft.db，如果文件不存在，会自动在当前目录创建
04  conn = sqlite3.connect('mrsoft.db')
05  # 创建一个 Cursor
06  cursor = conn.cursor()
07  # 执行一条 SQL 语句，创建 user 表
08  cursor.execute('create  table  user (id int(10)  primary key, name varchar(20))')
09  # 关闭游标
10  cursor.close()
11  # 关闭 Connection
12  conn.close()
```

上述代码中，使用 sqlite3.connect()方法连接 SQLite 数据库文件 mrsoft.db，由于 mrsoft.db 文件并不存在，所以会在本实例 Python 代码同级目录下创建 mrsoft.db 文件，该文件包含了 user 表的相关信息。mrsoft.db 文件所在目录如图 14.2 所示。

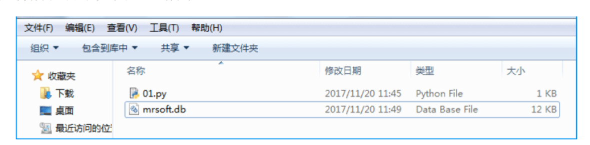


图 14.2 mrsoft.db 文件所在目录



说明

再次运行实例 14.1 时，会提示错误信息：sqlite3.OperationalError:table user alread exists。这是因为 user 表已经存在。

14.2.2 操作 SQLite



1. 新增用户数据信息

为了向数据表中新增数据，可以使用如下 SQL 语句：

```
insert into  表名(字段名 1,字段名 2,…,字段名 n)  values (字段值 1,字段值 2,…,字段值 n)
```

在 user 表中有两个字段，字段名分别为 id 和 name。而字段值需要根据字段的数据类型来赋值，如



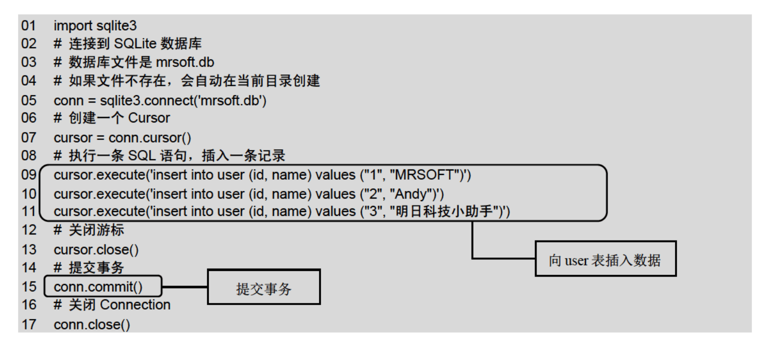
id 是一个长度为 10 的整型，name 是长度为 20 的字符串型数据。向 user 表中插入 3 条用户信息记录，则 SQL 语句如下：

```
01	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("1", "MRSOFT")')
02	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("2", "Andy")')
03	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("3", "明日科技小助手")')
```

下面通过一个实例介绍一下向 SQLite 数据库中插入数据的流程。

【例 14.2】 新增用户数据信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\02**）

由于在实例 14.1 中已经创建了 user 表，所以本实例可以直接操作 user 表，向 user 表中插入 3 条用户信息。此外，由于是新增数据，需要使用 commit()方法提交事务。因为对于增加、修改和删除操作，使用 commit()方法提交事务后，如果相应操作失败，可以使用 rollback()方法回滚到操作之前的状态。新增用户数据信息的具体代码如下：



```
01	import sqlite3
02	# 连接到 SQLite 数据库
03	# 数据库文件是 mrsoft.db
04	# 如果文件不存在，会自动在当前目录创建
05	conn = sqlite3.connect('mrsoft.db')
06	# 创建一个 Cursor
07	cursor = conn.cursor()
08	# 执行一条 SQL 语句，插入一条记录
09	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("1", "MRSOFT")')
10	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("2", "Andy")')
11	cursor.execute('insert into user (id, name) values ("3", "明日科技小助手")')
12	# 关闭游标
13	cursor.close()
14	# 提交事务
15	conn.commit()
16	# 关闭 Connection
17	conn.close()
```


运行该实例，会向 user 表中插入 3 条记录。为验证程序是否正常运行，可以再次运行，如果提示如下信息，说明插入成功（因为 user 表中已经保存了上一次插入的记录，所以再次插入会报错）。

```
sqlite3.IntegrityError: UNIQUE constraint failed: user.id
```

2. 查看用户数据信息

查看 user 表中的数据可以使用如下 SQL 语句：

```
select  字段名 1,字段名 2,字段名 3,... from  表名  where  查询条件
```

查看用户信息的代码与插入数据信息大致相同，不同点在于使用的 SQL 语句不同。此外，查询数据时通常使用如下 3 种方式：

☑ fetchone()：获取查询结果集中的下一条记录。

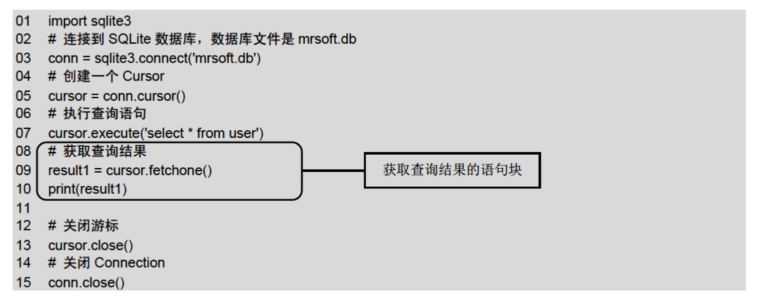
☑ fetchmany(size)：获取指定数量的记录。

☑ fetchall()：获取结构集的所有记录。

下面通过一个实例来学习这 3 种查询方式的区别。

【例 14.3】 使用 3 种方式查询用户数据信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\03**）

分别使用 fetchone、fetchmany 和 fetchall 这 3 种方式查询用户信息，具体代码如下：




```
01  import sqlite3
02  # 连接到 SQLite 数据库，数据库文件是 mrsoft.db
03  conn = sqlite3.connect('mrsoft.db')
04  # 创建一个 Cursor
05  cursor = conn.cursor()
06  # 执行查询语句
07  cursor.execute('select * from user')
08  # 获取查询结果
09  result1 = cursor.fetchone()
10  print(result1)
11
12  # 关闭游标
13  cursor.close()
14  # 关闭 Connection
15  conn.close()
```

使用 fetchone()方法返回的 result1 为一个元组，运行结果如下：

```
(1,'MRSOFT')
```

（1）修改实例 14.3 的代码，将获取查询结果的语句块代码修改为：

```
01  result2 = cursor.fetchmany(2) # 使用 fetchmany 方法查询多条数据
02  print(result2)
```

使用 fetchmany()方法传递一个参数，其值为 2，默认为 1。返回的 result2 为一个列表，列表中包含两个元组，运行结果如下：

```
[(1,'MRSOFT'),(2,'Andy')]
```

（2）修改实例 14.3 的代码，将获取查询结果的语句块代码修改为：

```
01  result3 = cursor.fetchall() # 使用 fetchmany 方法查询多条数据
02  print(result3)
```

使用 fetchall()方法返回的 result3 为一个列表，列表中包含所有 user 表中数据组成的元组，运行结果如下：

```
[(1,'MRSOFT'),(2,'Andy'),(3,'明日科技')]
```

（3）修改实例 14.3 的代码，将获取查询结果的语句块代码修改为：

```
01  cursor.execute('select * from user where id > ?',(1,))
```



```
02    result3 = cursor.fetchall()
03    print(result3)
```

在 select 查询语句中使用问号作为占位符代替具体的数值，然后使用一个元组来替换问号（注意，不要忽略元组中最后的逗号）。上述查询语句等价于：

```
cursor.execute('select * from user where id > 1')
```

运行结果如下：

```
[(2,'Andy'),(3,'明日科技')]
```



说明

使用占位符的方式可以避免 SQL 注入的风险，推荐使用这种方式。

3. 修改用户数据信息

修改 user 表中的数据可以使用如下 SQL 语句：

```
update  表名  set 字段名 = 字段值  where 查询条件
```

下面通过一个实例来学习一下如何修改表中数据。

【例 14.4】 修改用户数据信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\04**）

将 sqlite 数据库中 user 表 ID 为 1 的数据 name 字段值 mrsoft 修改为 mr，并使用 fetchAll 获取表中的所有数据。具体代码如下：

```
01    import sqlite3
02    # 连接到 SQLite 数据库，数据库文件是 mrsoft.db
03    conn = sqlite3.connect('mrsoft.db')
04    # 创建一个 Cursor
05    cursor = conn.cursor()
06    cursor.execute('update user set name = ? where id = ?',('MR',1))
07    cursor.execute('select * from user')
08    result = cursor.fetchall()
09    print(result)
10    # 关闭游标
11    cursor.close()
12    # 提交事务
13    conn.commit()
14    # 关闭 Connection:
15    conn.close()
```

运行结果如下：

```
[(1, 'MR'), (2, 'Andy'), (3, '明日科技小助手')]
```

4. 删除用户数据信息

删除 user 表中的数据可以使用如下 SQL 语句：

```
delete  from 表名  where 查询条件
```

下面通过一个实例来学习一下如何删除表中数据。

【例 14.5】 删除用户数据信息。（实例位置：资源包\TM\sl\14\05）

将 sqlite 数据库中 user 表 ID 为 1 的数据删除，并使用 fetchAll 获取表中的所有数据，查看删除后的结果。具体代码如下：

```
01  import sqlite3
02  # 连接到 SQLite 数据库，数据库文件是 mrsoft.db
03  conn = sqlite3.connect('mrsoft.db')
04  # 创建一个 Cursor
05  cursor = conn.cursor()
06  cursor.execute('delete from user where id = ?',(1,))
07  cursor.execute('select * from user')
08  result = cursor.fetchall()
09  print(result)
10  # 关闭游标
11  cursor.close()
12  # 提交事务
13  conn.commit()
14  # 关闭 Connection:
15  conn.close()
```

执行上述代码后，user 表中 ID 为 1 的数据将被删除。运行结果如下：

```
[(2, 'Andy'), (3, '明日科技小助手')]
```

14.3 使用 MySQL

14.3.1 下载安装 MySQL



MySQL 是一款开源的数据库软件，由于其免费特性得到了全世界用户的喜爱，是目前使用人数最多的数据库。下面将详细讲解如何下载和安装 MySQL 库。

1. 下载 MySQL

在浏览器的地址栏中输入地址 https://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/5.7.html，并按 Enter 键，将进入当前版本 MySQL 5.7 的下载页面，选择离线安装包，如图 14.3 所示。



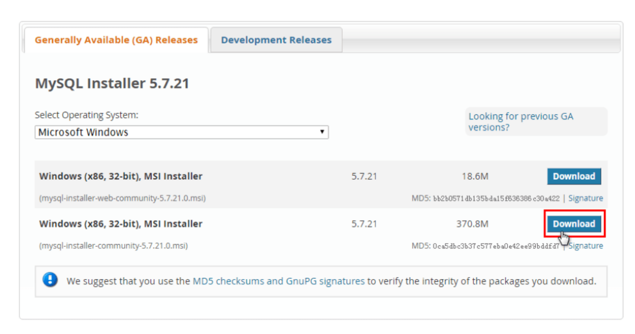


图 14.3　下载 MySQL

单击 Download 按钮下载，进入开始下载页面，如果有 MySQL 的账户，可以单击 Login 按钮，登录账户后下载，如果没有，可以直接单击下方的“No thanks, just take me to the download.”超链接，跳过注册步骤，直接下载，如图 14.4 所示。



图 14.4　不注册下载

2. 安装 MySQL

下载完成以后，开始安装 MySQL。双击安装文件，在所示界面中选中 I accept the license terms，单击 Next 按钮，进入选择设置类型界面。在选择设置中有 5 种类型，说明如下：

☑ Developer Default：安装 MySQL 服务器以及开发 MySQL 应用所需的工具。工具包括开发和管理服务器的 GUI 工作台、访问操作数据的 Excel 插件、与 Visual Studio 集成开发的插件、通过 NET/Java/C/C++/OBDC 等访问数据的连接器、例子和教程、开发文档。

☑ Server only：仅安装 MySQL 服务器，适用于部署 MySQL 服务器。

☑ Client only：仅安装客户端，适用于基于已存在的 MySQL 服务器进行 MySQL 应用开发的情况。

☑ Full：安装 MySQL 所有可用组件。

☑ Custom：自定义需要安装的组件。

MySQL 会默认选择 Developer Default 类型，这里我们选择纯净的 Server only 类型，如图 14.5 所示，然后一直默认选择安装。

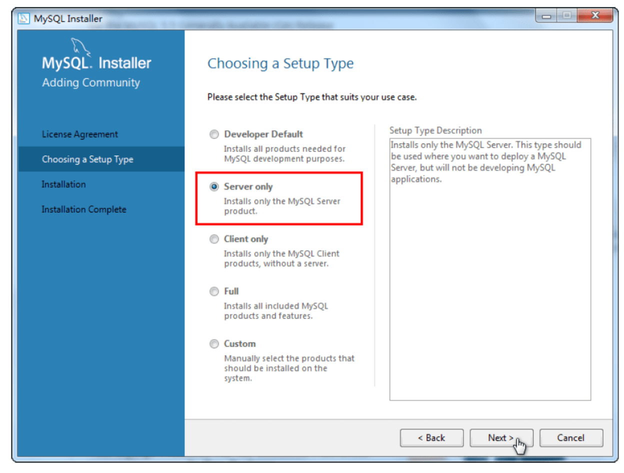


图 14.5　选择安装类型

3. 设置环境变量

安装完成以后，默认的安装路径是 C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.7\bin。下面设置环境变量，以便在任意目录下使用 MySQL 命令。右击“计算机”→选择“属性”→选择“高级系统设置”→



选择“环境变量”→选择“PATH”→单击“编辑”按钮，将 C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.7\bin 写在变量值中，如图 14.6 所示。

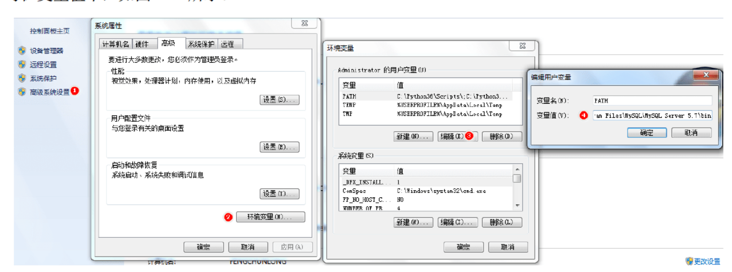


图 14.6　设置环境变量

4. 启动 MySQL

使用 MySQL 数据库前，需要先启动 MySQL。在 cmd 窗口中，输入命令行“net start mysql57”来启动 MySQL 5.7。启动成功后，使用账户和密码进入 MySQL。输入命令“mysql-u root -p”，接着提示“Enter password:”，输入密码 root 即可进入 MySQL，如图 14.7 所示。

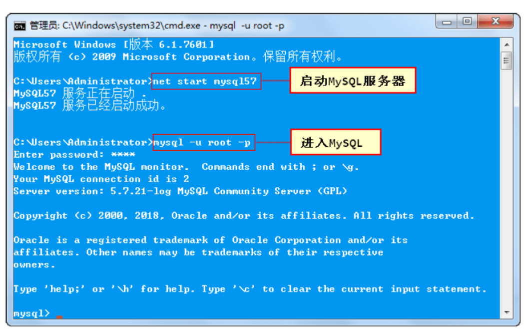


图 14.7　启动 MySQL

5. 使用 Navicat for MySQL 管理软件

在命令提示符下操作 MySQL 数据库的方式对初学者并不友好，而且需要有专业的 SQL 语言知识，所以各种 MySQL 图形化管理工具应运而生，其中 Navicat for MySQL 就是一个广受好评的桌面版

MySQL 数据库管理和开发工具。它使用图形化的用户界面，可以让用户使用和管理更为轻松。官方网址：https://www.navicat.com.cn。

首先下载、安装 Navicat for MySQL。然后新建 MySQL 连接，如图 14.8 所示。

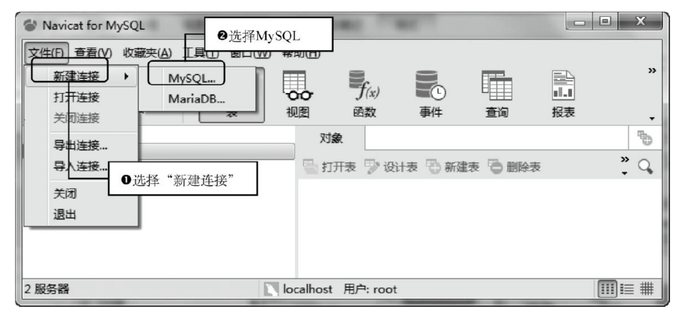


图 14.8 新建 MySQL 连接

接下来，输入连接信息。输入连接名 studyPython，输入主机名后 IP 地址 localhost 或 127.0.0.1，输入密码为 root，如图 14.9 所示。

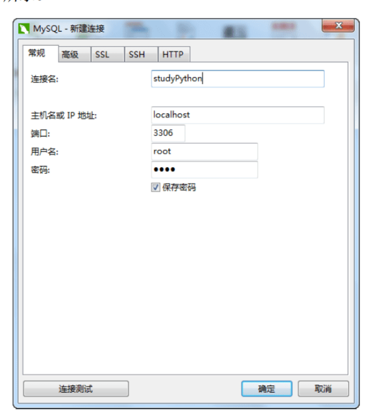


图 14.9 输入连接信息



单击“确定”按钮，创建完成。此时，双击 localhost 图标，即进入 localhost 数据库，如图 14.10 所示。

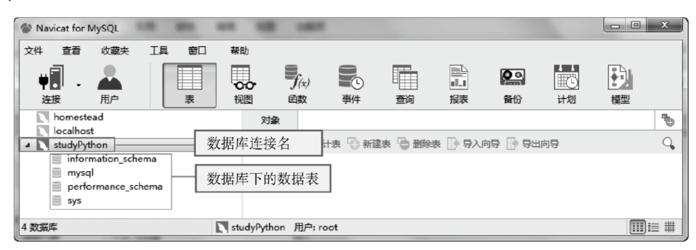


图 14.10　Navicat 主页

下面使用 Navicat 创建一个名为 mrsoft 的数据库，步骤为：右击 studyPython 图标→选择“新建数据库”命令→填写数据库信息，如图 14.11 所示。

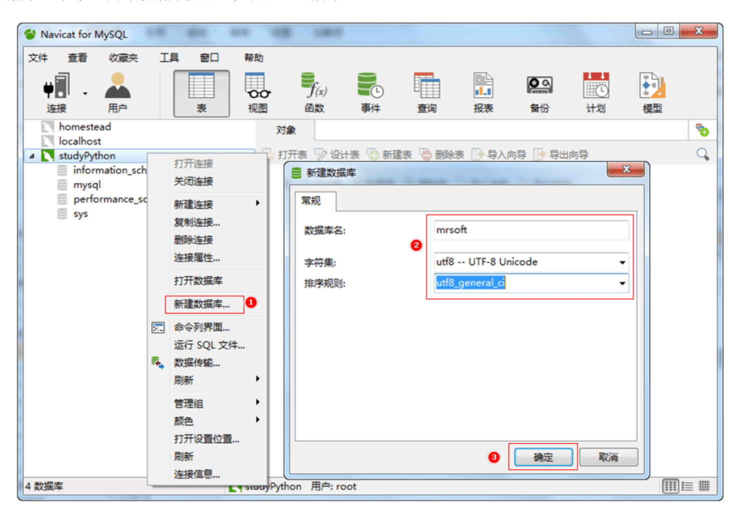


图 14.11　创建数据库



说明

Navicat for MySQL 的更多操作请查阅相关资料。

14.3.2 安装 PyMySQL



由于 MySQL 服务器以独立的进程运行，并通过网络对外服务，所以，需要支持 Python 的 MySQL 驱动来连接到 MySQL 服务器。在 Python 中支持 MySQL 的数据库模块有很多，我们选择使用 PyMySQL。

PyMySQL 的安装比较简单，在 cmd 中运行如下命令：

```
pip install PyMySQL
```

运行结果如图 14.12 所示。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>pip install PyMySQL
Collecting PyMySQL
  Using cached PyMySQL-0.8.0-py2.py3-none-any.whl
Installing collected packages: PyMySQL
Successfully installed PyMySQL-0.8.0
```

图 14.12　安装 PyMySQL

14.3.3 连接数据库



使用数据库的第一步是连接数据库。接下来使用 PyMySQL 连接数据库。由于 PyMySQL 也遵循 Python Database API 2.0 规范，所以操作 MySQL 数据库的方式与 SQLite 相似。我们可以通过类比的方式来学习。

【例 14.6】 使用 PyMySQL 连接数据库。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\06**）

前面我们已经创建了一个 MySQL 连接 studyPython，并且在安装数据库时设置了数据库的用户名 root 和密码 root。下面就通过以上信息，使用 connect()方法连接 MySQL 数据库。具体代码如下：

```
01  import pymysql
02
03  # 打开数据库连接,参数 1:主机名或 IP；参数 2：用户名；参数 3：密码；参数 4：数据库名称
04  db = pymysql.connect("localhost", "root", "root", "studyPython")
05  # 使用 cursor()方法创建一个游标对象 cursor
06  cursor = db.cursor()
07  # 使用 execute()方法执行 SQL 查询
08  cursor.execute("SELECT VERSION()")
09  # 使用 fetchone()方法获取单条数据
```



```
10    data = cursor.fetchone()
11    print ("Database version : %s " % data)
12    # 关闭数据库连接
13    db.close()
```

上述代码中，首先使用 connect()方法连接数据库，然后使用 cursor()方法创建游标，接着使用 excute()方法执行 SQL 语句查看 MySQL 数据库版本，然后使用 fetchone()方法获取数据，最后使用 close()方法关闭数据库连接。运行结果如下：

```
Database version : 5.7.21-log
```

14.3.4　创建数据表



数据库连接成功以后，我们就可以为数据库创建数据表了。下面通过一个实例使用 execute()方法来为数据库创建表 books 图书表。

【例 14.7】 创建 books 图书表。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\07**）

books 表包含 id（主键）、name（图书名称），category（图书分类），price（图书价格）和 publish_time（出版时间）5 个字段。创建 books 表的 SQL 语句如下：

```
CREATE TABLE books (
  id int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  name varchar(50) NOT NULL,
  category varchar(50) NOT NULL,
  price decimal(10,2) DEFAULT NULL,
  publish_time date DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=1 DEFAULT CHARSET=utf8;
```

在创建数据表前，使用如下语句：

```
DROP TABLE IF EXISTS `books`;
```

如果 mrsoft 数据库中已经存在 books，那么先删除 books，然后再创建 books 数据表。具体代码如下：

```
01    import pymysql
02
03    # 打开数据库连接
04    db = pymysql.connect("localhost", "root", "root", "mrsoft")
05    # 使用 cursor() 方法创建一个游标对象 cursor
06    cursor = db.cursor()
07    # 使用 execute() 方法执行 SQL，如果表存在，则删除
08    cursor.execute("DROP TABLE IF EXISTS books")
09    # 使用预处理语句创建表
```

```
10   sql = """
11   CREATE TABLE books (
12     id int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
13     name varchar(50) NOT NULL,
14     category varchar(50) NOT NULL,
15     price decimal(10,2) DEFAULT NULL,
16     publish_time date DEFAULT NULL,
17     PRIMARY KEY (id)
18   ) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=1 DEFAULT CHARSET=utf8;
19   """
20   # 执行 SQL 语句
21   cursor.execute(sql)
22   # 关闭数据库连接
23   db.close()
```

运行上述代码后，mrsoft 数据库下就已经创建了一个 books 表。打开 Navicat（如果已经打开按 F5 键刷新），发现 mrsoft 数据库下多了一个 books 表，右击 books，选择设计表，效果如图 14.13 所示。

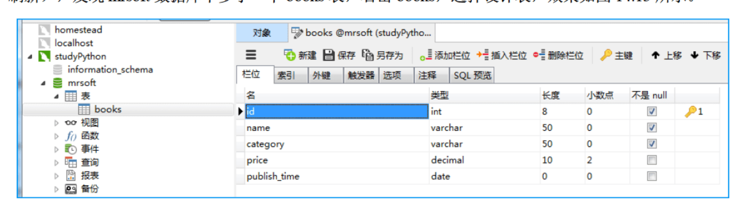


图 14.13　创建 books 表效果

14.3.5　操作 MySQL 数据表



MySQL 数据表的操作主要包括数据的增删改查，与操作 SQLite 类似，这里通过一个实例讲解如何向 books 表中新增数据，至于修改、查找和删除数据则不再赘述。

【例 14.8】 books 图书表添加图书数据。（**实例位置：资源包\TM\sl\14\08**）

在向 books 图书表中插入图书数据时，可以使用 excute()方法添加一条记录，也可以使用 executemany()方法批量添加多条记录，executemany()方法的格式如下：

```
executemany(operation, seq_of_params)
```

参数说明如下：

☑ operation：操作的 SQL 语句。

☑ seq_of_params：参数序列。



executemany()方法批量添加多条记录的具体代码如下：

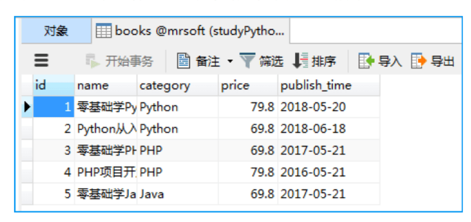
```
01  import pymysql
02
03  # 打开数据库连接
04  db = pymysql.connect("localhost", "root", "root", "mrsoft",charset="utf8")
05  # 使用 cursor()方法获取操作游标
06  cursor = db.cursor()
07  # 数据列表
08  data = [("零基础学 Python",'Python','79.80','2018-5-20'),
09              ("Python 从入门到精通",'Python','69.80','2018-6-18'),
10              ("零基础学 PHP",'PHP','69.80','2017-5-21'),
11              ("PHP 项目开发实战入门",'PHP','79.80','2016-5-21'),
12              ("零基础学 Java",'Java','69.80','2017-5-21'),
13              ]
14  try:
15      # 执行 sql 语句，插入多条数据
16      cursor.executemany("insert into books(name, category, price, publish_time) values (%s,%s,%s,%s)", data)
17      # 提交数据
18      db.commit()
19  except:
20      # 发生错误时回滚
21      db.rollback()
22
23  # 关闭数据库连接
24  db.close()
```

上述代码中，特别注意以下两点：

☑　使用 connect()方法连接数据库时，额外设置字符集 charset=utf-8，可以防止插入中文时出错。

☑　在使用 insert 语句插入数据时，使用%s 作为占位符，可以防止 SQL 注入。

运行上述代码，在 Navicat 中查看 books 表数据，如图 14.14 所示。



id	name	category	price	publish_time
1	零基础学Py	Python	79.8	2018-05-20
2	Python从入	Python	69.8	2018-06-18
3	零基础学PI	PHP	69.8	2017-05-21
4	PHP项目开	PHP	79.8	2016-05-21
5	零基础学Ja	Java	69.8	2017-05-21

图 14.14　books 表数据

14.4　小　　结

本章主要介绍了使用 Python 操作数据库的基础知识。通过本章的学习，读者能够理解 Python 数据库编程接口，并掌握 Python 操作数据库的通用流程。掌握数据库连接对象的常用方法，并能够具备独立完成设计数据库的能力。希望本章能够起到抛砖引玉的作用，能够帮助读者在此基础上更深层次地学习 Python 操作 SQLite 和 MySQL 数据库的相关技术，并进一步学习使用 SQLAlchemy 的方式操作数据库的方法。

第3篇

高级应用

本篇介绍GUI界面编程，Pygame游戏编程，网络爬虫开发，使用进程和线程，网络编程，Web编程，Flask框架。学习完这一部分，能够开发GUI界面程序、简单的游戏、网络爬虫、网络及Web程序等。

第 15 章

GUI 界面编程

（视频讲解：82 分钟）

到目前为止，我们的所有输入和输出都只是 IDLE 中的简单文本。不过现代计算机和程序会使用大量的图形。如果我们的程序中也有一些图形就太好了。在这一章中，我们会开始建立一些简单的 GUI。这说明从现在开始，我们的程序看上去就会像你平常熟悉的那些程序一样，将会有窗口、按钮之类的图形。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是 GUI 和常用的 GUI 框架**
- **了解如何安装 GUI 框架 wxPython**
- **掌握如何使用 wxPython 框架创建一个应用程序**
- **掌握 wxPython 框架中提供的常用控件**
- **掌握 BoxSizer 布局的应用**
- **掌握如何进行事件处理**

15.1　初识 GUI

15.1.1　什么是 GUI



GUI 是 Graphical User Interface（图形用户界面）的缩写。在 GUI 中，并不只是输入文本和返回文本，用户可以看到窗口、按钮、文本框等图形，而且可以用鼠标单击，还可以通过键盘输入。GUI 是与程序交互的一种不同的方式。GUI 的程序有 3 个基本要素：输入、处理和输出，如图 15.1 所示，但它们的输入和输出更丰富、更有趣一些。

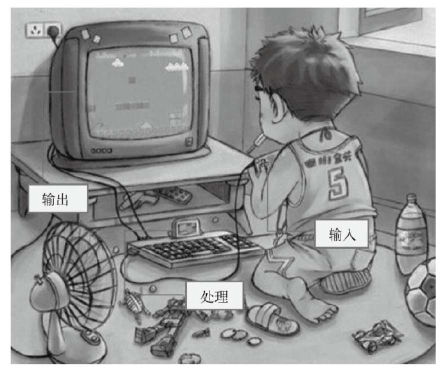


图 15.1　GUI 的 3 个基本要素

15.1.2　常用的 GUI 框架



对于 Python 的 GUI 开发，有很多工具包可以选择。其中一些流行的工具包如表 15.1 所示。

表 15.1　流行的 GUI 工具包

工　具　包	描　　述
wxPython	wxPython 是 Python 语言的一套优秀的 GUI 图形库，允许 Python 程序员很方便地创建完整的、功能键全的 GUI 用户界面

续表

工　具　包	描　　述
Kivy	Kivy 是一个开源工具包，能够让使用相同源代码创建的程序跨平台运行。它主要关注创新型用户界面开发，如多点触摸应用程序
Flexx	Flexx 是一个纯 Python 工具包，用来创建图形化界面应用程序。其使用 Web 技术进行界面的渲染
PyQt	PyQt 是 Qt 库的 Python 版本，支持跨平台
Tkinter	Tkinter（也叫 Tk 接口）是 Tk 图形用户界面工具包标准的 Python 接口。Tk 是一个轻量级的跨平台图形用户界面（GUI）开发工具
Pywin32	Windows Pywin32 允许用户像 VC 一样的形式来使用 Python 开发 win32 应用
PyGTK	PyGTK 让用户用 Python 轻松创建具有图形用户界面的程序
pyui4win	pyui4win 是一个开源的采用自绘技术的界面库

每个工具包都有其优缺点，所以工具包的选择取决于用户的应用场景。本章将详细介绍 wxPython 的使用方法。

15.1.3　安装 wxPython



wxPython 是个成熟而且特性丰富的跨平台 GUI 工具包。由 Robin Dunn 和 Harri Pasanen 开发，官方网站：http://wxpython.org。wxPython 的安装非常简单，使用 pip 工具安装 wxPython 只需要如下一行命令：

```
pip install -U wxPython
```

在 Windows 系统的 cmd 命令下，使用 pip 安装 wxPython，如图 15.2 所示。

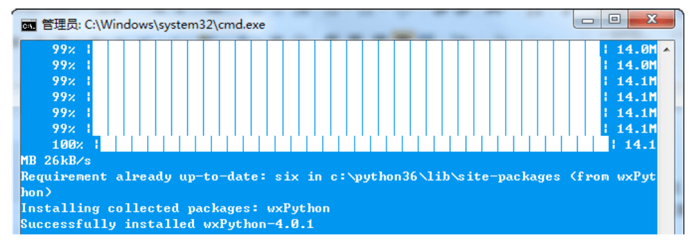
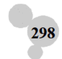


图 15.2　安装 wxPython



15.2　创建应用程序

使用 wxPython 之前，先来了解两个基础对象：应用程序对象和顶级窗口。

☑　应用程序对象管理主事件循环，主事件循环是 wxPython 程序的动力。如果没有应用程序对象，wxPython 应用程序将不能运行。

☑　顶级窗口通常用于管理最重要的数据，控制并呈现给用户。

图 15.3 显示了这两个基础对象和应用程序的其他部分之间的关系。

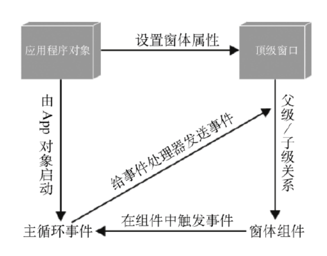


图 15.3　wxPython 应用的基本结构

在图 15.3 中，这个应用程序对象拥有顶级窗口和主事件循环。顶级窗口管理其窗口中的组件和其他的分配给它的数据对象。窗口和它的组件的触发事件基于用户的动作，并接受事件通知以便改变显示。

15.2.1　创建一个 wx.App 的子类



在开始创建应用程序之前，先来创建一个没有任何功能的子类。创建和使用一个 wx.App 子类，需要执行如下 4 个步骤：

☑　定义这个子类。

☑　在定义的子类中写一个 OnInit()初识化方法。

☑　在程序的主要部分创建这个类的一个实例。

☑　调用应用程序实例的 MainLoop()方法。这个方法将程序的控制权转交给 wxPython。

创建一个没有任何功能的子类，具体代码如下：

```
01	# -*- coding:utf-8 -*-
02	import wx                                                  # 导入 wxPython
03	class App(wx.App):
04	    # 初始化方法
```

```
05      def OnInit(self):
06          frame = wx.Frame(parent=None, title='Hello wyPython')    # 创建窗口
07          frame.Show()                                           # 显示窗口
08          return True                                            # 返回值
09
10  if __name__ == '__main__':
11      app = App()                                                # 创建 App 类的实例
12      app.MainLoop()                                             # 调用 App 类的 MainLoop()主循环方法
```

上述代码中，定义了一个子类 App()，它继承父类 wx.App，子类中包含一个初始化方法 OnInit() 。在主程序中创建类的实例，然后调用 MainLoop()主循环方法。运行结果如图 15.4 所示。

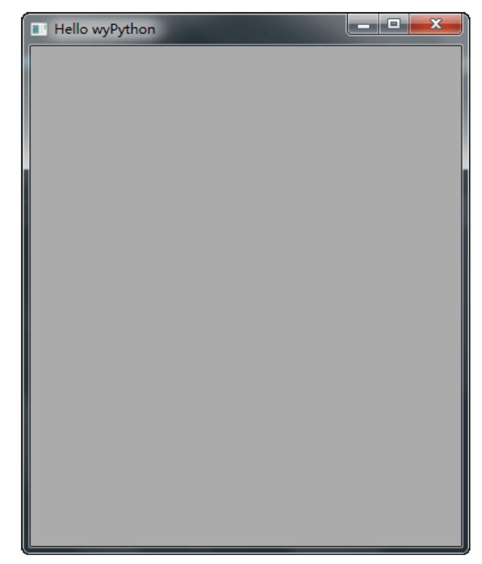


图 15.4　创建子类

15.2.2　直接使用 wx.App



通常，如果在系统中只有一个窗口的话，可以不创建 wx.App 子类，直接使用 wx.App。这个类提



供了一个最基本的 OnInit()初始化方法，具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx                                          # 导入 wxPython
03  app    = wx.App()                                  # 初始化 wx.App 类
04  frame = wx.Frame(None,title='Hello wyPython')      # 定义了一个顶级窗口
05  frame.Show()                                       # 显示窗口
06  app.MainLoop()                                     # 调用 wx.App 类的 MainLoop()主循环方法
```

上述代码中，wx.App()初始化 wx.App 类，包含了 OnInit()方法，运行结果与图 15.4 相同。

15.2.3　使用 wx.Frame 框架



在 GUI 中，框架通常也称为窗口。框架是一个容器，用户可以将它在屏幕上任意移动，并可对它进行缩放，它通常包含诸如标题栏、菜单等。在 wxPython 中，wx.Frame 是所有框架的父类。当用户创建 wx.Frame 的子类时，子类应该调用其父类的构造器 wx.Frame.__init__()。wx.Frame 的构造器语法格式如下：

```
wx.Frame(parent, id=-1, title="", pos=wx.DefaultPosition, size=wx.DefaultSize,
         style=wx.DEFAULT_FRAME_STYLE, name="frame")
```

参数说明如下：

☑ parent：框架的父窗口。如果是顶级窗口，这个值是 None。
☑ id：关于新窗口的 wxPython ID 号。通常设为−1，让 wxPython 自动生成一个新的 ID。
☑ title：窗口的标题。
☑ pos：一个 wx.Point 对象，它指定这个新窗口的左上角在屏幕中的位置。在图形用户界面程序中，通常(0,0)是显示器的左上角。这个默认的(-1,-1)将让系统决定窗口的位置。
☑ size：一个 wx.Size 对象，它指定这个窗口的初始尺寸。这个默认的(-1,-1)将让系统决定窗口的初始尺寸。
☑ style：指定窗口的类型的常量。可以使用或运算来组合它们。
☑ name：框架的内在的名字。可以使用它来寻找这个窗口。

创建 wx.Frame 子类的代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx    # 导入 wxPython
03  class MyFrame(wx.Frame):
04      def __init__(self,parent,id):
05          wx.Frame.__init__(self,parent,id, title="创建 Frame",pos=(100, 100), size=(300, 300))
06
07  if __name__ == '__main__':
08      app = wx.App()                          # 初始化应用
09      frame = MyFrame(parent=None,id=-1)      # 实例 MyFrame 类，并传递参数
```

```
10        frame.Show()                                        # 显示窗口
11        app.MainLoop()                                      # 调用 MainLoop()主循环方法
```

上述代码中，在主程序中调用 MyFrame 类，并且传递两个参数。在 MyFrame 类中，自动执行__init__()初始化方法，接收参数。然后调用父类 wx.Frame 的__init__()初始化方法，设置顶级窗口的相关属性。运行结果如图 15.5 所示。

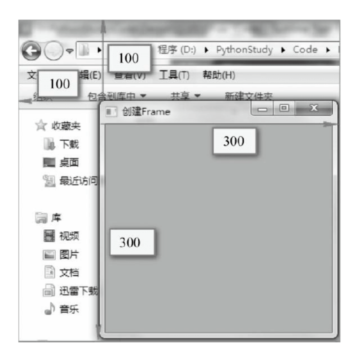


图 15.5　使用 wx.Frame 框架

15.3　常 用 控 件

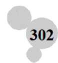
创建完窗口以后，我们可以在窗口内添加一些控件，所谓的控件，就是经常使用的按钮、文本、输入框、单选框等。

15.3.1　StaticText 文本类



对于所有的 UI 工具来说，最基本的任务就是在屏幕上绘制纯文本。在 wxPython 中，可以使用 wx.StaticText 类来完成。使用 wx.StaticText 能够改变文本的对齐方式、字体和颜色等。wx.StaticText 类的构造函数语法格式如下：

```
wx.StaticText(parent, id, label, pos=wx.DefaultPosition,size=wx.DefaultSize,
              style=0, name="staticText")
```



wx.StaticText 构造函数的参数如下所示。

☑　parent：父窗口部件。

☑　id：标识符。使用-1 可以自动创建一个唯一的标识。

☑　label：显示在静态控件中的文本内容。

☑　pos：一个 wx.Point 或一个 Python 元组，它是窗口部件的位置。

☑　size：一个 wx.Size 或一个 Python 元组，它是窗口部件的尺寸。

☑　style：样式标记。

☑　name：对象的名字。

【例 15.1】 使用 wx.StaticText 输出 Python 之禅。（**实例位置：资源包\TM\sl\15\01**）

在 Python 控制台中输入 import this 后，会输出如图 15.6 所示的结果，结果中的英文语句就是通常所说的 Python 之禅。

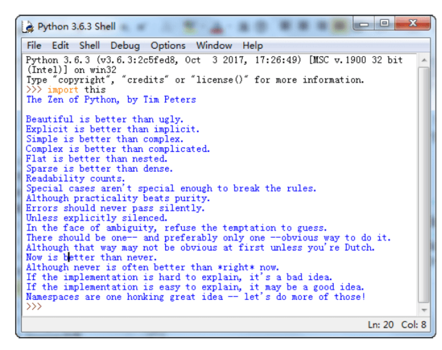


图 15.6　Python 之禅

下面使用 StaticText 类输出中文版的 Python 之禅。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03  class MyFrame(wx.Frame):
04      def __init__(self,parent,id):
05          wx.Frame.__init__(self, parent, id, title = "创建 StaticText 类",
06                            pos=(100, 100), size=(600, 400))
07          panel = wx.Panel(self) # 创建画板
08          # 创建标题，并设置字体
09          title = wx.StaticText(panel, label='Python 之禅——Tim Peters',pos=(100,20))
10          font   = wx.Font(16, wx.DEFAULT, wx.FONTSTYLE_NORMAL, wx.NORMAL)
```

```
11              title.SetFont(font)
12              # 创建文本
13              wx.StaticText(panel, label='优美胜于丑陋',pos=(50,50))
14              wx.StaticText(panel, label='明了胜于晦涩',pos=(50,70))
15              wx.StaticText(panel, label='简洁胜于复杂',pos=(50,90))
16              wx.StaticText(panel, label='复杂胜于凌乱',pos=(50,110))
17              wx.StaticText(panel, label='扁平胜于嵌套',pos=(50,130))
18              wx.StaticText(panel, label='间隔胜于紧凑',pos=(50,150))
19              wx.StaticText(panel, label='可读性很重要',pos=(50,170))
20              wx.StaticText(panel, label='即便假借特例的实用性之名，也不可违背这些规则',pos=(50,190))
21              wx.StaticText(panel, label='不要包容所有错误，除非你确定需要这样做',pos=(50,210))
22              wx.StaticText(panel, label='当存在多种可能，不要尝试去猜测',pos=(50,230))
23              wx.StaticText(panel, label='而是尽量找一种，最好是唯一一种明显的解决方案',pos=(50,250))
24              wx.StaticText(panel, label='虽然这并不容易，因为你不是 Python 之父',pos=(50,270))
25              wx.StaticText(panel, label='做也许好过不做，但不假思索就动手还不如不做',pos=(50,290))
26              wx.StaticText(panel, label='如果你无法向人描述你的方案，那肯定不是一个好方案；反之亦然
',pos=(50,310))
27              wx.StaticText(panel, label='命名空间是一种绝妙的理念，我们应当多加利用',pos=(50,330))
28
29      if __name__ == '__main__':
30          app = wx.App()                              # 初始化应用
31          frame = MyFrame(parent=None,id=-1)          # 实例 MyFrame 类，并传递参数
32          frame.Show()                                # 显示窗口
33          app.MainLoop()                              # 调用主循环方法
```

上述代码中，使用 panel = wx.Panel(self) 来创建画板，并将 panel 作为父类，然后将组件放入窗体中。此外，使用 wx.Font 类来设置字体。创建一个字体实例，需要使用如下的构造函数：

```
wx.Font(pointSize, family, style, weight, underline=False, faceName="",
        encoding=wx.FONTENCODING_DEFAULT)
```

参数说明如下：

☑ pointSize：字体的整数尺寸，单位为磅。

☑ family：用于快速指定一个字体而无须知道该字体的实际名字。

☑ style：指明字体是否倾斜。

☑ weight：指明字体的醒目程度。

☑ underline：仅在 Windows 系统下有效，如果取值为 True，则加下划线，False 为无下划线。

☑ faceName：指定字体名。

☑ encoding：允许在几个编码中选择一个，大多数情况可以使用默认编码。

运行结果如图 15.7 所示。

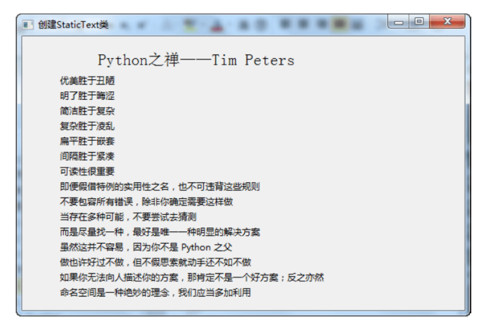


图 15.7　输出 Python 之禅

15.3.2　TextCtrl 输入文本类



wx.StaticText 类只能够用于显示纯粹的静态文本，但是有时需要输入文本与用户进行交互，此时，就需要使用 wx.TextCtrl 类，它允许输入单行和多行文本。它也可以作为密码输入控件，掩饰所按下的按键。

wx.TextCtrl 类的构造函数的语法格式如下：

```
wx.TextCtrl(parent, id, value = "", pos=wx.DefaultPosition, size=wx.DefaultSize, style=0, validator=wx.DefaultValidator
name=wx.TextCtrlNameStr)
```

参数 parent、id、pos、size、style 和 name 与 wx.StaticText 构造函数相同，重点看一下其他参数。

☑　style：单行 wx.TextCtrl 的样式，取值及说明如下。
  - wx.TE_CENTER：控件中的文本居中。
  - wx.TE_LEFT：控件中的文本左对齐。默认行为。
  - wx.TE_NOHIDESEL：文本始终高亮显示，只适用于 Windows 系统。
  - wx.TE_PASSWORD：不显示所输入的文本，以星号（*）代替显示。
  - wx.TE_PROCESS_ENTER：如果使用该参数，那么当用户在控件内按 Enter 键时，一个文本输入事件将被触发。否则，按键事件内在的由该文本控件或该对话框管理。
  - wx.TE_PROCESS_TAB：如果指定了这个样式，那么通常的字符事件在 Tab 键按下时创建（一般意味一个制表符将被插入文本）。否则，tab 由对话框来管理，通常是控件间的切换。
  - wx.TE_READONLY：文本控件为只读，用户不能修改其中的文本。
  - wx.TE_RIGHT：控件中的文本右对齐。

☑　value：显示在该控件中的初始文本。

☑ validator：常用于过滤数据以确保只能输入要接收的数据。

【例 15.2】 使用 wx.TextCtrl 实现登录界面。（**实例位置：资源包\TM\sl\15\02**）

使用 wx.TextCtrl 类和 wx.StaticText 类实现一个包含用户名和密码的登录界面。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03  class MyFrame(wx.Frame):
04      def __init__(self,parent,id):
05          wx.Frame.__init__(self, parent,id, title="创建 TextCtrl 类",size=(400, 300))
06          #创建面板
07          panel = wx.Panel(self)
08          # 创建文本和输入框
09          self.title = wx.StaticText(panel ,label="请输入用户名和密码",pos=(140,20))
10          self.label_user = wx.StaticText(panel,label="用户名:",pos=(50,50) )
11          self.text_user = wx.TextCtrl(panel,pos=(100,50),size=(235,25),style=wx.TE_LEFT)
12          self.label_pwd = wx.StaticText(panel,pos=(50,90),label="密    码:")
13          self.text_password = wx.TextCtrl(panel,pos=(100,90),size=(235,25),style=wx.TE_PASSWORD)
14
15  if __name__ == '__main__':
16      app = wx.App()                          # 初始化应用
17      frame = MyFrame(parent=None,id=-1)      # 实例 MyFrame 类，并传递参数
18      frame.Show()                            # 显示窗口
19      app.MainLoop()                          # 调用主循环方法
```

上述代码中，使用 wx.TextCtrl 类生成用户名，并且设置控件中的文本左对齐。使用 wx.TextCtrl 类生成密码，并且设置文本用星号代替。运行结果如图 15.8 所示。

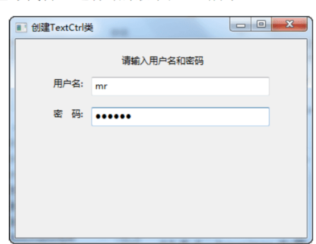


图 15.8　生成用户名和密码文本框

15.3.3　Button 按钮类



按钮是 GUI 界面中应用最为广泛的控件，它常用于捕获用户生成的单击事件，其最明显的用途是触发绑定到一个处理函数。



wxPython 类库提供不同类型的按钮，其中最简单、常用的是 wx.Button 类。wx.Button 的构造函数如下所示：

```
wx.Button(parent, id, label, pos, size=wxDefaultSize, style=0, validator, name="button")
```

wx.Button 的参数与 wx.TextCtrl 的参数基本相同，其中参数 label 是显示在按钮上的文本。

【例 15.3】 为登录界面添加“确认”和“取消”按钮。（**实例位置：资源包\TM\sl\15\03**）

使用 wx.Button，在实例 15.2 的基础上添加“确认”和“取消”按钮。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03  class MyFrame(wx.Frame):
04      def __init__(self,parent,id):
05          wx.Frame.__init__(self, parent,id, title="创建 TextCtrl 类",size=(400, 300))
06          #创建面板
07          panel = wx.Panel(self)
08          # 创建文本和密码输入框
09          self.title = wx.StaticText(panel ,label="请输入用户名和密码",pos=(140,20))
10          self.label_user = wx.StaticText(panel,label="用户名:",pos=(50,50) )
11          self.text_user = wx.TextCtrl(panel,pos=(100,50),size=(235,25),style=wx.TE_LEFT)
12          self.label_pwd = wx.StaticText(panel,pos=(50,90),label="密    码:")
13          self.text_password = wx.TextCtrl(panel,pos=(100,90),size=(235,25),style=wx.TE_PASSWORD)
14          #创建“确定”和“取消”按钮
15          self.bt_confirm = wx.Button(panel,label='确定',pos=(105,130))
16          self.bt_cancel   = wx.Button(panel,label='取消',pos=(195,130))
17
18  if __name__ == '__main__':
19      app = wx.App()                              # 初始化
20      frame = MyFrame(parent=None,id=-1)          # 实例 MyFrame 类，并传递参数
21      frame.Show()                                # 显示窗口
22      app.MainLoop()                              # 调用主循环方法
```

运行结果如图 15.9 所示。

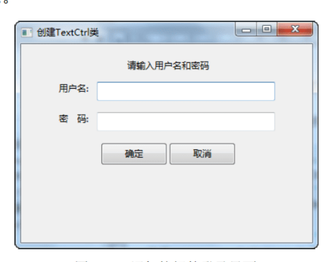


图 15.9　添加按钮的登录界面

15.4 BoxSizer 布局

在前面的例子中使用了文本和按钮等控件，并将这些控件通过 pos 参数布置在 pannel 画板上。虽然这种设置坐标的方式很容易理解，但是过程很麻烦。此外，控件的几何位置是绝对位置，也就是固定的。当调整窗口大小时，界面会不美观。在 wxPython 中有一种更智能的布局方式——sizer（尺寸器）。sizer 是用于自动布局一组窗口控件的算法。sizer 被附加到一个容器，通常是一个框架或面板。在父容器中创建的子窗口控件必须被分别地添加到 sizer。当 sizer 被附加到容器时，它随后就可以管理它所包含的子布局。

wxPython 提供了 5 个 sizer，相关说明如表 15.2 所示。

表 15.2 wxPython 的 sizer 说明

sizer 名称	描　述
BoxSizer	在一条水平线或垂直线上的窗口部件的布局。当尺寸改变时，控制窗口部件的行为上很灵活。通常用于嵌套的样式。可用于几乎任何类型的布局
GridSizer	一个十分基础的网格布局。当用户要放置的窗口部件都是同样的尺寸且整齐地放入一个规则的网格中可以使用它
FlexGridSizer	对 GridSizer 稍微做了些改变，当窗口部件有不同的尺寸时，可以有更好的结果
GridBagSizer	GridSizer 系列中最灵活的成员。使得网格中的窗口部件可以更随意地放置
StaticBoxSizer	一个标准的 Box Sizer。带有标题和环线

15.4.1 什么是 BoxSizer

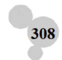


BoxSizer 是 wxPython 所提供的 sizer 中最简单和最灵活的。一个 BoxSizer 是一个垂直列或水平行，窗口部件在其中从左至右或从上到下布置在一条线上。虽然这听起来好像用处不大，但是来自相互之间嵌套 sizer 的能力使用户能够在每行或每列很容易放置不同数量的项目。由于每个 sizer 都是一个独立的实体，因此用户的布局就有了更多的灵活性。对于大多数的应用程序，一个嵌套有水平 sizer 的垂直 sizer 将使用户能够创建自己所需要的布局。

15.4.2 使用 BoxSizer 布局



尺寸器会管理组件的尺寸。只要将部件添加到尺寸器上，再加上一些布局参数，然后让尺寸器自己去管理父组件的尺寸。下面使用 BoxSizer 实现简单的布局。代码如下：



```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03  class MyFrame(wx.Frame):
04      def __init__(self, parent, id):
05          wx.Frame.__init__(self, parent, id, '用户登录', size = (400, 300))
06          # 创建面板
07          panel = wx.Panel(self)
08          self.title = wx.StaticText(panel ,label="请输入用户名和密码")
09          # 添加容器，容器中控件按纵向排列
10          vsizer = wx.BoxSizer(wx.VERTICAL)
11          vsizer.Add(self.title,proportion=0,flag=wx.BOTTOM|wx.TOP|wx.ALIGN_CENTER, border = 15 )
12          panel.SetSizer(vsizer)
13  if __name__ == '__main__':
14      app = wx.App()                          # 初始化
15      frame = MyFrame(parent=None,id=-1)      # 实例 MyFrame 类，并传递参数
16      frame.Show()                            # 显示窗口
17      app.MainLoop()                          # 调用主循环方法
```

运行结果如图 15.10 所示。

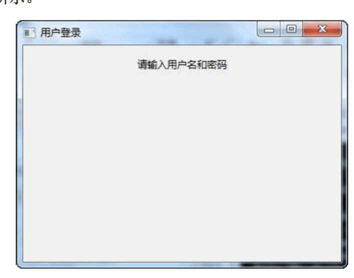


图 15.10　BoxSizer 基本布局

上述代码中，设置了增加背景控件（wx.Panel），并创建了一个 wx.BoxSizer，它带有一个决定它是水平还是垂直的参数（wx.HORIZONTAL 或者 wx.VERTICAL），默认为水平。然后使用 Add()方法将控件加入 sizer，最后使用面板的 SetSizer()方法设定它的尺寸器。

Add()方法的语法格式如下：

```
Box.Add(control, proportion, flag, border)
```

参数说明如下：

☑　control：要添加的控件。

☑ proportion：所添加控件在定义的定位方式所代表方向上占据的空间比例。如果有 3 个按钮，它们的比例值分别为 0、1 和 2，它们都已添加到一个宽度为 30 的水平排列 wx.BoxSizer，起始宽度都是 10。当 sizer 的宽度从 30 变成 60 时，按钮 1 的宽度保持不变，仍然是 10，按钮 2 的宽度约为(10+(60−30)×1/(1+2))=30，按钮 2 约为 20。

☑ flag：flag 参数与 border 参数结合使用可以指定边距宽度，包括以下选项：

- wx.LEFT：左边距。
- wx.RIGHT：右边距。
- wx.BOTTOM：底边距。
- wx.TOP：上边距。
- wx.ALL：上、下、左、右 4 个边距。

可以通过竖线“|”操作符（operator）来联合使用这些标志，比如 wx.LEFT | wx.BOTTOM。此外，flag 参数还可以与 proportion 参数结合，指定控件本身的对齐（排列）方式，包括以下选项：

- wx.ALIGN_LEFT：左边对齐。
- wx.ALIGN_RIGHT：右边对齐。
- wx.ALIGN_TOP：顶部对齐。
- wx.ALIGN_BOTTOM：底边对齐。
- wx.ALIGN_CENTER_VERTICAL：垂直对齐。
- wx.ALIGN_CENTER_HORIZONTAL：水平对齐。
- wx.ALIGN_CENTER：居中对齐。
- wx.EXPAND：所添加控件将占有 sizer 定位方向上所有可用的空间。
- boder：控制所添加控件的边距，就是在部件之间添加一些像素的空白。

【例 15.4】 使用 BoxSizer 设置登录界面布局。（**实例位置：资源包\TM\sl\15\04**）

使用 BoxSizer 布局方式，实现实例 15.3 的界面布局效果。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03
04  class MyFrame(wx.Frame):
05      def __init__(self, parent, id):
06          wx.Frame.__init__(self, parent, id, '用户登录', size=(400, 300))
07          # 创建面板
08          panel = wx.Panel(self)
09
10          # 创建“确定”和“取消”按钮，并绑定事件
11          self.bt_confirm = wx.Button(panel, label='确定')
12          self.bt_cancel = wx.Button(panel, label='取消')
13          # 创建文本，左对齐
14          self.title = wx.StaticText(panel, label="请输入用户名和密码")
15          self.label_user = wx.StaticText(panel, label="用户名:")
```

```
16              self.text_user = wx.TextCtrl(panel, style=wx.TE_LEFT)
17              self.label_pwd = wx.StaticText(panel, label="密    码:")
18              self.text_password = wx.TextCtrl(panel, style=wx.TE_PASSWORD)
19              # 添加容器，容器中控件横向排列
20              hsizer_user = wx.BoxSizer(wx.HORIZONTAL)
21              hsizer_user.Add(self.label_user, proportion=0, flag=wx.ALL, border=5)
22              hsizer_user.Add(self.text_user, proportion=1, flag=wx.ALL, border=5)
23              hsizer_pwd = wx.BoxSizer(wx.HORIZONTAL)
24              hsizer_pwd.Add(self.label_pwd, proportion=0, flag=wx.ALL, border=5)
25              hsizer_pwd.Add(self.text_password, proportion=1, flag=wx.ALL, border=5)
26              hsizer_button = wx.BoxSizer(wx.HORIZONTAL)
27              hsizer_button.Add(self.bt_confirm, proportion=0, flag=wx.ALIGN_CENTER, border=5)
28              hsizer_button.Add(self.bt_cancel, proportion=0, flag=wx.ALIGN_CENTER, border=5)
29              # 添加容器，容器中控件纵向排列
30              vsizer_all = wx.BoxSizer(wx.VERTICAL)
31              vsizer_all.Add(self.title, proportion=0, flag=wx.BOTTOM | wx.TOP | wx.ALIGN_CENTER,
32                             border=15)
33              vsizer_all.Add(hsizer_user, proportion=0, flag=wx.EXPAND | wx.LEFT | wx.RIGHT, border=45)
34              vsizer_all.Add(hsizer_pwd, proportion=0, flag=wx.EXPAND | wx.LEFT | wx.RIGHT, border=45)
35              vsizer_all.Add(hsizer_button, proportion=0, flag=wx.ALIGN_CENTER | wx.TOP, border=15)
36              panel.SetSizer(vsizer_all)
37
38  if __name__ == '__main__':
39      app = wx.App()                          # 初始化
40      frame = MyFrame(parent=None,id=-1)      # 实例化 MyFrame 类，并传递参数
41      frame.Show()                            # 显示窗口
42      app.MainLoop()                          # 调用主循环方法
```

在上述代码中，首先创建按钮和文本控件，然后将其添加到容器中，并且设置横向排列。接着，设置纵向排列。在布局的过程中，通过设置每个控件的 flag 和 border 参数，实现控件位置间的布局。至此，使用 BoxSizer 将绝对位置布局更改为相对位置布局，运行结果如图 15.11 所示。



图 15.11　使用 BoxSizer 布局登录界面

15.5　事 件 处 理

15.5.1　什么是事件



完成布局以后，接下来就是输入用户名和密码。当单击“确定”按钮时，检验输入的用户名和密码是否正确，并输出相应的提示信息。当单击“取消”按钮时，清空已经输入的用户名和密码。要实现这样的功能，就需要使用 wxPython 的事件处理。

那么什么是事件呢？用户执行的动作就叫作事件（event），比如单击按钮，就是一个单击事件。

15.5.2　绑定事件



当发生一个事件时，需要让程序注意这些事件并且做出反应。这时，可以将函数绑定到所涉及事件可能发生的控件上。当事件发生时，函数就会被调用。利用控件的 Bind()方法可以将事件处理函数绑定到给定的事件上。例如，为“确定”按钮添加一个单击事件，代码如下：

```
bt_confirm.Bind(wx.EVT_BUTTON,OnclickSubmit)
```

参数说明如下：

☑ wx.EVT_BUTTON：事件类型为按钮类型。在 wxPython 中有很多 wx.EVT_开头的事件类型，例如，类型 wx.EVT_MOTION 产生于用户移动鼠标。类型 wx.ENTER_WINDOW 和 wx.LEAVE_WINDOW 产生于当鼠标进入或离开一个窗口控件。类型 wx.EVT_MOUSEWHEEL 被绑定到鼠标滚轮的活动。

☑ OnclickSubmit：方法名。事件发生时执行该方法。

【例 15.5】 使用事件判断用户登录。（**实例位置：资源包\TM\sl\15\05**）

在实例 15.4 的基础上，分别为“确定”和“取消”按钮添加单击事件。当用户输入用户名和密码后，单击“确定”按钮，如果输入的用户名为 mr 并且密码为 mrsoft，则弹出对话框提示“登录成功”，否则提示“用户名和密码不匹配”。当用户单击“取消”按钮时，清空用户输入的用户名和密码。关键代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import wx
03
04  class MyFrame(wx.Frame):
05      def __init__(self, parent, id):
06          wx.Frame.__init__(self, parent, id, '用户登录', size=(400, 300))
07          # 创建面板
08          panel = wx.Panel(self)
09
10          # 创建“确定”和“取消”按钮，并绑定事件
```



```
11              self.bt_confirm = wx.Button(panel, label='确定')
12              self.bt_confirm.Bind(wx.EVT_BUTTON,self.OnclickSubmit)
13              self.bt_cancel = wx.Button(panel, label='取消')
14              self.bt_cancel.Bind(wx.EVT_BUTTON,self.OnclickCancel)
15              # ... 省略其余代码
16
17          def OnclickSubmit(self,event):
18              """ 单击“确定”按钮，执行方法 """
19              message = ""
20              username = self.text_user.GetValue()                  # 获取输入的用户名
21              password = self.text_password.GetValue()              # 获取输入的密码
22              if username == "" or password == "" :                 # 判断用户名或密码是否为空
23                  message = '用户名或密码不能为空'
24              elif username =='mr' and password =='mrsoft':        # 用户名和密码正确
25                  message = '登录成功'
26              else:
27                  message = '用户名和密码不匹配'                      # 用户名或密码错误
28              wx.MessageBox(message)                                # 弹出提示框
29
30          def OnclickCancel(self,event):
31              """ 单击取消按钮，执行方法 """
32              self.text_user.SetValue("")                           # 清空输入的用户名
33              self.text_password.SetValue("")                       # 清空输入的密码
34
35      if __name__ == '__main__':
36          app = wx.App()                                            # 初始化应用
37          frame = MyFrame(parent=None, id=-1)                       # 实例 MyFrame 类，并传递参数
38          frame.Show()                                              # 显示窗口
39          app.MainLoop()                                            # 调用主循环方法
```

上述代码中，分别使用 bind()函数为 bt_confirm 和 bt_cancel 绑定了单击事件，单击“确定”按钮时，执行 OnclickSubmit()方法判断用户名和密码是否正确，然后使用 wx.MessageBox()弹出提示框。单击“取消”按钮时，执行 OnclickCancel()方法。用户名和密码正确运行结果如图 15.12 所示，否则运行结果如图 15.13 所示。

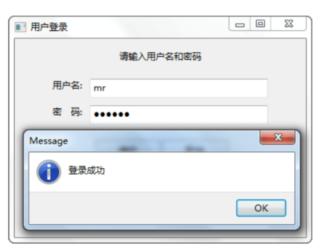


图 15.12　用户名和密码正确

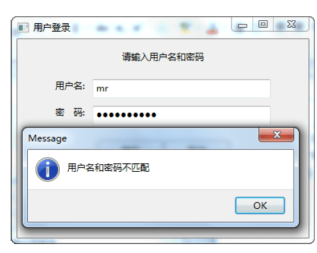


图 15.13　用户名或密码错误

15.6 小　　结

本章主要介绍了 Python 的 GUI 编程，包括 GUI 的基础知识以及 Python 常用的 GUI 框架。在众多 GUI 框架中，我们选择了知名的 wxPython 进行详细讲解。学习使用 wxPython 创建应用程序，使用常用控件，设置 BoxSizer 布局以及处理事件等内容。通过本章的学习，读者能够了解 Python 的 GUI 相关知识，并使用 wxPython 编写交互式的图形界面。

第 16 章

Pygame 游戏编程

（视频讲解：84 分钟）

Python 非常受欢迎的一个原因是它的应用领域非常广泛，其中就包括游戏开发。而使用 Python 进行游戏开发的首选模块就是 Pygame。本章我们就来学习一下如何使用 Pygame 开发游戏。与其他章节不同的是，本章的侧重点不是讲解理论知识，而是在编写游戏的过程中学习 Pygame。我们会先通过一个跳跃的小球的游戏学习 Pygame 的基础知识，然后应用 Pygame 实现 Flappy Bird 游戏。

通过阅读本章，您可以：

- **了解如何安装 Pygame**
- **了解 Pygame 的常用模块**
- **掌握 Pygame 的基本使用方法**
- **学会如何应用 Pygame 开发 Flappy Bird 游戏**

16.1　初识 Pygame

Pygame 是跨平台 Python 模块，专为电子游戏设计，包含图像、声音等，创建在 SDL（Simple DirectMedia Layer）基础上，允许实时电子游戏研发而不会被低级语言，如 C 语言或是更低级的汇编语言束缚。基于这样一个设想，所有需要的游戏功能和理念（主要是图像方面）都完全简化为游戏逻辑本身，所有的资源结构都可以由高级语言（如 Python）提供。

16.1.1　安装 Pygame



Pygame 的官方网址是 www.pygame.org。在该网址中可以查找 Pygame 相关文档。Pygame 的安装非常简单，只需要如下一行命令：

```
pip  install pygame
```

运行结果如图 16.1 所示。

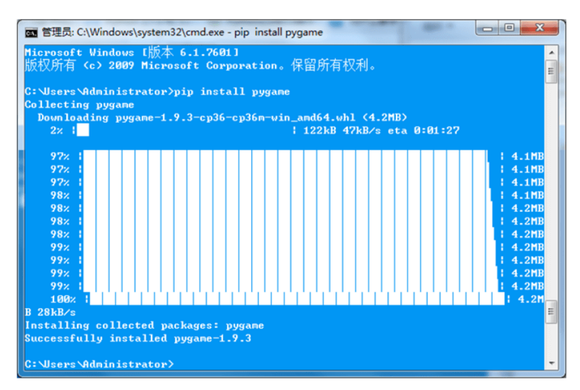


图 16.1　安装 Pygame

接下来，检测一下 Pygame 是否安装成功。打开 IDLE，输入如下命令：

```
import pygame
pygame.ver
```



如果运行结果如图 16.2 所示，则说明安装成功。

```
Python 3.6.4 Shell
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
Python 3.6.4 (v3.6.4:d48eceb, Dec 19 2017, 06:04:45) [MSC v.1900 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> import pygame
>>> pygame.ver
'1.9.3'
>>> |
                                                                    Ln: 6  Col: 4
```

图 16.2　查看 Pygame 版本

16.1.2　Pygame 常用模块



Pygame 做游戏开发的优势在于不需要过多地考虑底层相关的内容，而可以把工作重心放在游戏逻辑上。例如，Pygame 中集成了很多和底层相关的模块，如访问显示设备、管理事件、使用字体等。Pygame 常用模块如表 16.1 所示。

表 16.1　Pygame 常用模块

模　块　名	功　　能
pygame.cdrom	访问光驱
pygame.cursors	加载光标
pygame.display	访问显示设备
pygame.draw	绘制形状、线和点
pygame.event	管理事件
pygame.font	使用字体
pygame.image	加载和存储图片
pygame.joystick	使用游戏手柄或者类似的东西
pygame.key	读取键盘按键
pygame.mixer	声音
pygame.mouse	鼠标
pygame.movie	播放视频
pygame.music	播放音频
pygame.overlay	访问高级视频叠加
pygame.rect	管理矩形区域

续表

模 块 名	功 能
pygame.sndarray	操作声音数据
pygame.sprite	操作移动图像
pygame.surface	管理图像和屏幕
pygame.surfarray	管理点阵图像数据
pygame.time	管理时间和帧信息
pygame.transform	缩放和移动图像

下面使用 Pygame 的 display 模块和 event 模块创建一个 Pygame 窗口，代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import sys                                   # 导入 sys 模块
03  import pygame                                # 导入 pygame 模块
04
05  pygame.init()                                # 初始化 pygame
06  size = width, height = 320, 240              # 设置窗口
07  screen = pygame.display.set_mode(size)       # 显示窗口
08
09  # 执行死循环，确保窗口一直显示
10  while True:
11      # 检查事件
12      for event in pygame.event.get():         # 遍历所有事件
13          if event.type == pygame.QUIT:        # 如果单击关闭窗口，则退出
14              sys.exit()
15
16  pygame.quit() # 退出 pygame
```

运行结果如图 16.3 所示。

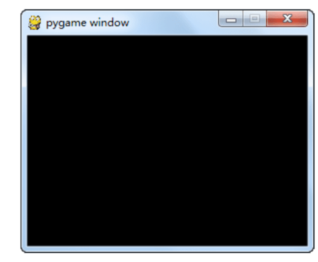


图 16.3　Pygame 创建游戏窗口



16.2　Pygame 基本使用



Pygame 有很多模块，每个模块又有很多方法，在此不能够逐一讲解，所以，我们通过一个实例来学习 Pygame，然后再分解代码，讲解代码中的模块。

【例 16.1】 制作一个跳跃的小球游戏。（**实例位置：资源包\TM\sl\16\01**）

创建一个游戏窗口，然后在窗口内创建一个小球。以一定的速度移动小球，当小球碰到游戏窗口的边缘时，小球弹回，继续移动。可以按照如下步骤实现该功能。

（1）创建一个游戏窗口，宽和高设置为 640×480。代码如下：

```
01    import sys                                    # 导入 sys 模块
02    import pygame                                 # 导入 pygame 模块
03
04    pygame.init()                                 # 初始化 pygame
05    size = width, height = 640, 480               # 设置窗口
06    screen = pygame.display.set_mode(size)        # 显示窗口
```

上述代码中，首先导入 pygame 模块，然后调用 init()方法初始化 pygame 模块。接下来，设置窗口的宽和高，最后使用 display 模块显示窗体。display 模块的常用方法如表 16.2 所示。

表 16.2　display 模块的常用方法

方　法　名	功　　能
pygame.dispaly.init	初始化 display 模块
pygame.dispaly.quit	结束 display 模块
pygame.dispaly.get_init	如果 display 模块已经被初始化，则返回 True
pygame.dispaly.set_mode	初始化一个准备显示的界面
pygame.dispaly.get_surface	获取当前的 Surface 对象
pygame.dispaly.flip	更新整个待显示的 Surface 对象到屏幕上
pygame.dispaly.update	更新部分内容显示到屏幕上，如果没有参数则与 flip 功能相同

（2）运行上述代码，会出现一个一闪而过的黑色窗口，这是因为程序执行完成后会自动关闭。如果让窗口一直显示，需要使用 while True 让程序一直执行，此外，还需要设置关闭按钮。具体代码如下：

```
01    # -*- coding:utf-8 -*-
02    import sys                                    # 导入 sys 模块
03    import pygame                                 # 导入 pygame 模块
04
05    pygame.init()                                 # 初始化 pygame
06    size = width, height = 640, 480               # 设置窗口
07    screen = pygame.display.set_mode(size)        # 显示窗口
```

```
08
09  # 执行死循环，确保窗口一直显示
10  while True:
11      # 检查事件
12      for event in pygame.event.get():
13          if event.type == pygame.QUIT:  # 如果单击关闭窗口，则退出
14              sys.exit()
15
16  pygame.quit() # 退出 pygame
```

上述代码中，添加了轮询事件检测。pygame.event.get()能够获取事件队列，使用 for...in 遍历事件，然后根据 type 属性判断事件类型。这里的事件处理方式与 GUI 类似，如 event.tpye 等于 pygame.QUIT 表示检测到关闭 pygame 窗口事件，pygame.KEYDOWN 表示键盘按下事件，pygame.MOUSEBUTTONDOWN 表示鼠标按下事件等。

（3）在窗口中添加小球。我们先准备好一张 ball.png 图片，然后加载该图片，最后将图片显示在窗口中，具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import sys                                  # 导入 sys 模块
03  import pygame                               # 导入 pygame 模块
04
05  pygame.init()                               # 初始化 pygame
06  size = width, height = 640, 480             # 设置窗口
07  screen = pygame.display.set_mode(size)      # 显示窗口
08  color = (0, 0, 0)                           # 设置颜色
09
10  ball = pygame.image.load("ball.png")        # 加载图片
11  ballrect = ball.get_rect()                  # 获取矩形区域
12
13  # 执行死循环，确保窗口一直显示
14  while True:
15      # 检查事件
16      for event in pygame.event.get():
17          if event.type == pygame.QUIT:       # 如果单击关闭窗口，则退出
18              sys.exit()
19
20      screen.fill(color)                      # 填充颜色
21      screen.blit(ball, ballrect)             # 将图片画到窗口上
22      pygame.display.flip()                   # 更新全部显示
23
24  pygame.quit()                               # 退出 pygame
```

上述代码中，使用 image 模块的 load()方法加载图片，返回值 ball 是一个 Surface 对象。Surface 是用来代表图片的 pygame 对象，可以对一个 Surface 对象进行涂画、变形、复制等各种操作。事实上，屏幕也只是一个 surface，pygame.display.set_mode 就返回了一个屏幕 Surface 对象。如果将 ball 这个 Surface 对象画到 screen Surface 对象，需要使用 blit()方法，最后使用 display 模块的 flip 方法更新整个待显示的 Surface 对象到屏幕上。Surface 对象的常用方法如表 16.3 所示。

表 16.3　Surface 对象的常用方法

方　法　名	功　　能
pygame.Surface.blit	将一个图像画到另一个图像上
pygame.Surface.convert	转换图像的像素格式
pygame.Surface.convert_alpha	转换图像的像素格式，包含 alpha 通道的转换
pygame.Surface.fill	使用颜色填充 Surface
pygame.Surface.get_rect	获取 Surface 的矩形区域

运行上述代码，结果如图 16.4 所示。

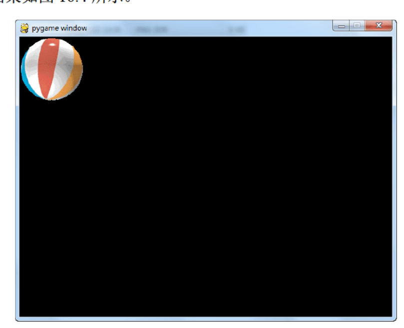


图 16.4　在窗口中添加小球

（4）下面该让小球动起来了。ball.get_rect()方法返回值 ballrect 是一个 Rect 对象，该对象有一个 move()方法可以用于移动矩形。move(x,y)函数有两个参数，第一个参数是 X 轴移动的距离，第二个参数是 Y 轴移动的距离。窗体左上角坐标为(0,0)，例如 move(100,50)，如图 16.5 所示。

为实现小球不停地移动，将 move()函数添加到 while 循环内，具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import sys                                   # 导入 sys 模块
03  import pygame                                # 导入 pygame 模块
04
05  pygame.init()                                # 初始化 pygame
06  size = width, height = 640, 480              # 设置窗口
07  screen = pygame.display.set_mode(size)       # 显示窗口
08  color = (0, 0, 0)                            # 设置颜色
09
10  ball = pygame.image.load("ball.png")         # 加载图片
11  ballrect = ball.get_rect()                   # 获取矩形区域
```

```
12
13    speed = [5,5]                                    # 设置移动的 X 轴、Y 轴距离
14    # 执行死循环，确保窗口一直显示
15    while True:
16        # 检查事件
17        for event in pygame.event.get():
18            if event.type == pygame.QUIT:            # 如果单击关闭窗口，则退出
19                sys.exit()
20
21        ballrect = ballrect.move(speed)              # 移动小球
22        screen.fill(color)                           # 填充颜色
23        screen.blit(ball, ballrect)                  # 将图片画到窗口上
24        pygame.display.flip()                        # 更新全部显示
25
26    pygame.quit()                                    # 退出 pygame
```

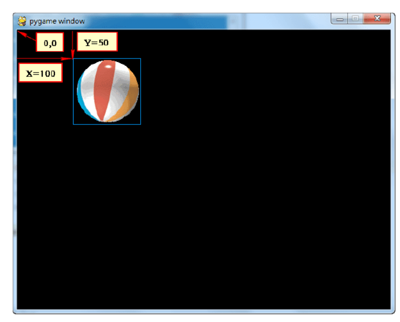


图 16.5　移动后的坐标位置

（5）运行上述代码，发现小球在屏幕中一闪而过，此时，小球并没有真正消失，而是移动到窗体之外，此时需要添加碰撞检测的功能。当小球与窗体任一边缘发生碰撞，则更改小球的移动方向。具体代码如下：

```
01    # -*- coding:utf-8 -*-
02    import sys                                       # 导入 sys 模块
03    import pygame                                    # 导入 pygame 模块
04
05    pygame.init()                                    # 初始化 pygame
06    size = width, height = 640, 480                  # 设置窗口
07    screen = pygame.display.set_mode(size)           # 显示窗口
08    color = (0, 0, 0)                                # 设置颜色
09
10    ball = pygame.image.load("ball.png")             # 加载图片
```

```
11    ballrect = ball.get_rect()                          # 获取矩形区域
12
13    speed = [5,5]                                       # 设置移动的 X 轴、Y 轴距离
14    # 执行死循环，确保窗口一直显示
15    while True:
16        # 检查事件
17        for event in pygame.event.get():
18            if event.type == pygame.QUIT:               # 如果单击关闭窗口，则退出
19                sys.exit()
20
21        ballrect = ballrect.move(speed)                 # 移动小球
22        # 碰到左右边缘
23        if ballrect.left < 0 or ballrect.right > width:
24            speed[0] = -speed[0]
25        # 碰到上下边缘
26        if ballrect.top < 0 or ballrect.bottom > height:
27            speed[1] = -speed[1]
28
29        screen.fill(color)                              # 填充颜色
30        screen.blit(ball, ballrect)                     # 将图片画到窗口上
31        pygame.display.flip()                           # 更新全部显示
32
33    pygame.quit()                                       # 退出 pygame
```

上述代码中，添加了碰撞检测功能。如果碰到左右边缘，则更改 X 轴数据为负数；如果碰到上下边缘，则更改 Y 轴数据为负数。运行结果如图 16.6 所示。

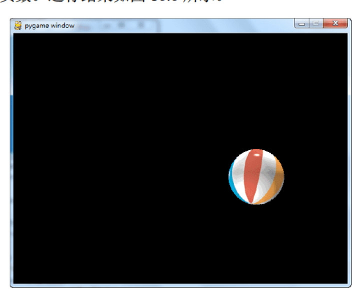


图 16.6　小球不停地跳跃

（6）运行上述代码发现好像有多个小球在飞快移动，这是因为运行上述代码的时间非常短，导致肉眼观察出现错觉，因此需要添加一个“时钟”来控制程序运行的时间。这时就需要使用 pygame 的 time 模块。使用 pygame 时钟之前，必须先创建 Clock 对象的一个实例，然后在 while 循环中设置多长时间运行一次。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import sys                                   # 导入 sys 模块
03  import pygame                                # 导入 pygame 模块
04
05  pygame.init()                                # 初始化 pygame
06  size = width, height = 640, 480              # 设置窗口
07  screen = pygame.display.set_mode(size)       # 显示窗口
08  color = (0, 0, 0)                            # 设置颜色
09
10  ball = pygame.image.load("ball.png" )        # 加载图片
11  ballrect = ball.get_rect()                   # 获取矩形区域
12
13  speed = [5,5]                                # 设置移动的 X 轴、Y 轴距离
14  clock = pygame.time.Clock()                  # 设置时钟
15  # 执行死循环，确保窗口一直显示
16  while True:
17      clock.tick(60)                           # 每秒执行 60 次
18      # 检查事件
19      for event in pygame.event.get():
20          if event.type == pygame.QUIT:        # 如果单击关闭窗口，则退出
21              sys.exit()
22
23      ballrect = ballrect.move(speed)          # 移动小球
24      # 碰到左右边缘
25      if ballrect.left < 0 or ballrect.right > width:
26          speed[0] = -speed[0]
27      # 碰到上下边缘
28      if ballrect.top < 0 or ballrect.bottom > height:
29          speed[1] = -speed[1]
30
31      screen.fill(color)                       # 填充颜色
32      screen.blit(ball, ballrect)              # 将图片画到窗口上
33      pygame.display.flip()                    # 更新全部显示
34
35  pygame.quit()                                # 退出 pygame
```

至此，就完成了跳跃的小球游戏。

16.3 开发 Flappy Bird 游戏

16.3.1 游戏简介



Flappy Bird 是一款鸟类飞行游戏，由越南河内独立游戏开发者阮哈东(Dong Nguyen)开发。在 Flappy Bird 这款游戏中，玩家只需要用一根手指来操控，单击触摸手机屏幕，小鸟就会往上飞，不断地单击就



会不断地往高处飞。放松手指，则会快速下降。所以玩家要控制小鸟一直向前飞行，然后注意躲避途中高低不平的管子。如果小鸟碰到了障碍物，游戏就会结束。每当小鸟飞过一组管道，玩家就会获得一分。

16.3.2　游戏分析



在 Flappy Bird 中，主要有两个对象：小鸟和管道。可以创建 Bird 类和 Pineline 类来分别表示这两个对象。小鸟可以通过上下移动来躲避管道，所以在 Bird 类中创建一个 birdUpdate()方法，实现小鸟的上下移动。而为了体现小鸟向前飞行的特征，可以让管道一直向左侧移动，这样在窗口中就好像小鸟在向前飞行。所以，在 Pineline 类中也创建一个 updatePipeline()方法，实现管道的向左移动。此外，还创建了 3 个函数：createMap()函数用于绘制地图；checkDead()函数用于判断小鸟的生命状态；getResult()函数用于获取最终分数。最后在主逻辑中实例化类并调用相关方法，实现相应功能。

16.3.3　搭建主框架



通过前面的分析，我们可以搭建起 Flappy Bird 游戏的主框架。Flappy Bird 游戏有两个对象：小鸟和管道。先来创建这两个类，类中具体的方法可以先使用 pass 语句代替。然后创建一个绘制地图的函数 createMap()。最后，在主逻辑中绘制背景图片。关键代码如下：

```
01	import pygame
02	import sys
03	import random
04	
05	class Bird(object):
06	    """定义一个鸟类"""
07	    def __init__(self):
08	        """定义初始化方法"""
09	        pass
10	
11	    def birdUpdate(self):
12	        pass
13	
14	class Pipeline(object):
15	    """定义一个管道类"""
16	    def __init__(self):
17	        """定义初始化方法"""
18	        pass
19	
20	    def updatePipeline(self):
21	        """水平移动"""
22	        pass
23	
24	def createMap():
```

```
25        """定义创建地图的方法"""
26        screen.fill((255, 255, 255))                  # 填充颜色
27        screen.blit(background, (0, 0))               # 填入到背景
28        pygame.display.update()                       # 更新显示
29
30    if __name__ == '__main__':
31        """主程序"""
32        pygame.init()                                 # 初始化 pygame
33        size    = width, height = 400, 720            # 设置窗口
34        screen = pygame.display.set_mode(size)        # 显示窗口
35        clock   = pygame.time.Clock()                 # 设置时钟
36        Pipeline = Pipeline()                         # 实例化管道类
37        Bird = Bird()                                 # 实例化鸟类
38        while True:
39            clock.tick(60)                            # 每秒执行 60 次
40            # 轮询事件
41            for event in pygame.event.get():
42                if event.type == pygame.QUIT:
43                    sys.exit()
44
45            background = pygame.image.load("assets/background.png")   # 加载背景图片
46            createMap()                                               # 绘制地图
47        pygame.quit()                                                 # 退出
```

运行结果如图 16.7 所示。

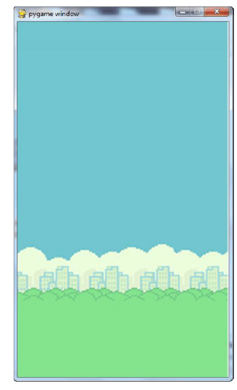


图 16.7　游戏主框架运行结果

16.3.4　创建小鸟类



下面来创建小鸟类。该类需要初始化很多参数，所以定义一个__init__()方法，用来初始化各种参数，包括鸟飞行的几种状态、飞行的速度、跳跃的高度等。然后定义 birdUpdate()方法，该方法用于实现小鸟的跳跃和坠落。接下来，在主逻辑的轮询事件中添加键盘按下事件或鼠标单击事件，如按下鼠标，使小鸟上升等。最后，在 createMap()方法中显示小鸟的图像。关键代码如下：

```
01  import pygame
02  import sys
03  import random
04
05  class Bird(object):
06      """定义一个鸟类"""
07      def __init__(self):
08          """定义初始化方法"""
09          self.birdRect = pygame.Rect(65, 50, 50, 50) # 鸟的矩形
10          # 定义鸟的 3 种状态列表
11          self.birdStatus = [pygame.image.load("assets/1.png"),
12                             pygame.image.load("assets/2.png"),
13                             pygame.image.load("assets/dead.png")]
14          self.status = 0         # 默认飞行状态
15          self.birdX = 120        # 鸟所在 X 轴坐标
16          self.birdY = 350        # 鸟所在 Y 轴坐标，即上下飞行高度
17          self.jump = False       # 默认情况小鸟自动降落
18          self.jumpSpeed = 10     # 跳跃高度
19          self.gravity = 5        # 重力
20          self.dead = False       # 默认小鸟生命状态为活着
21
22      def birdUpdate(self):
23          if self.jump:
24              # 小鸟跳跃
25              self.jumpSpeed -= 1                 # 速度递减，上升越来越慢
26              self.birdY -= self.jumpSpeed        # 鸟 Y 轴坐标减小，小鸟上升
27          else:
28              # 小鸟坠落
29              self.gravity += 0.2                 # 重力递增，下降越来越快
30              self.birdY += self.gravity          # 鸟 Y 轴坐标增加，小鸟下降
31          self.birdRect[1] = self.birdY           # 更改 Y 轴位置
32
33  class Pipeline(object):
34      """定义一个管道类"""
35      def __init__(self):
36          """定义初始化方法"""
37          pass
38
```

```
39          def updatePipeline(self):
40              """水平移动"""
41              pass
42
43      def createMap():
44          """定义创建地图的方法"""
45          screen.fill((255, 255, 255))                                    # 填充颜色
46          screen.blit(background, (0, 0))                                 # 填入到背景
47          # 显示小鸟
48          if Bird.dead:                                                   # 撞管道状态
49              Bird.status = 2
50          elif Bird.jump:                                                 # 起飞状态
51              Bird.status = 1
52          screen.blit(Bird.birdStatus[Bird.status], (Bird.birdX, Bird.birdY))  # 设置小鸟的坐标
53          Bird.birdUpdate()                                               # 鸟移动
54          pygame.display.update()                                         # 更新显示
55
56      if __name__ == '__main__':
57          """主程序"""
58          pygame.init()                                                   # 初始化 pygame
59          size     = width, height = 400, 680                             # 设置窗口
60          screen = pygame.display.set_mode(size)                          # 显示窗口
61          clock    = pygame.time.Clock()                                  # 设置时钟
62          Pipeline = Pipeline()                                           # 实例化管道类
63          Bird = Bird()                                                   # 实例化鸟类
64          while True:
65              clock.tick(60)                                              # 每秒执行 60 次
66              # 轮询事件
67              for event in pygame.event.get():
68                  if event.type == pygame.QUIT:
69                      sys.exit()
70                  if (event.type == pygame.KEYDOWN or event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN) and
71                                                  not Bird.dead:
72                      Bird.jump = True                                    # 跳跃
73                      Bird.gravity = 5                                    # 重力
74                      Bird.jumpSpeed = 10                    # 跳跃速度
75
76              background = pygame.image.load("assets/background.png") # 加载背景图片
77              createMap()                                    # 创建地图
78          pygame.quit()
```

上述代码在 Bird 类中设置了 birdStatus 属性，该属性是一个鸟类图片的列表，列表中显示鸟类 3 种飞行状态，根据小鸟的不同状态加载相应的图片。在 birdUpdate()方法中，为了达到较好的动画效果，使 jumpSpeed 和 gravity 两个属性逐渐变化。运行上述代码，在窗体内创建一只小鸟，默认情况小鸟会一直下降。当单击一下鼠标或按一下键盘，小鸟会跳跃一下，高度上升。运行效果如图 16.8 所示。

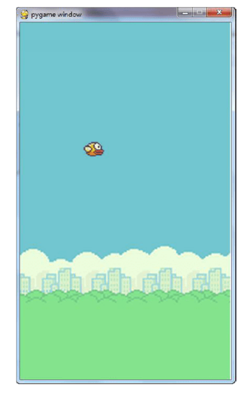


图 16.8　添加小鸟后的运行效果

16.3.5　创建管道类



创建完鸟类后，接下来创建管道类。同样，在__init__()方法中初始化各种参数，包括设置管道的坐标，加载上下管道图片等。然后在 updatePipeline()方法中，定义管道向左移动的速度，并且当管道移出屏幕时重新绘制下一组管道。最后，在 createMap()函数中显示管道。关键代码如下：

```
01    import pygame
02    import sys
03    import random
04
05    class Bird(object):
06        # 省略部分代码
07
08    class Pipeline(object):
09        """定义一个管道类"""
10        def __init__(self):
11            """定义初始化方法"""
12            self.wallx     = 400;                                     # 管道所在 X 轴坐标
13            self.pineUp    = pygame.image.load("assets/top.png")      # 加载上管道图片
14            self.pineDown = pygame.image.load("assets/bottom.png")    # 加载下管道图片
15        def updatePipeline(self):
16            """管道移动方法"""
17            self.wallx -= 5                                           # 管道 X 轴坐标递减，即管道向左移动
```

```
18              # 当管道运行到一定位置，即小鸟飞越管道，分数加 1，并且重置管道
19              if self.wallx < -80:
20                  self.wallx = 400
21
22  def createMap():
23      """定义创建地图的方法"""
24      screen.fill((255, 255, 255))                                # 填充颜色
25      screen.blit(background, (0, 0))                             # 填入到背景
26
27      # 显示管道
28      screen.blit(Pipeline.pineUp,(Pipeline.wallx,-300))          # 上管道坐标位置
29      screen.blit(Pipeline.pineDown,(Pipeline.wallx,500))         # 下管道坐标位置
30      Pipeline.updatePipeline()                                   # 管道移动
31
32      # 显示小鸟
33      if Bird.dead:                                               # 撞管道状态
34          Bird.status = 2
35      elif Bird.jump:                                             # 起飞状态
36          Bird.status = 1
37      screen.blit(Bird.birdStatus[Bird.status], (Bird.birdX, Bird.birdY))  # 设置小鸟的坐标
38      Bird.birdUpdate()                                           # 鸟移动
39
40      pygame.display.update()                                     # 更新显示
41
42  if __name__ == '__main__':
43      #省略部分代码
44      while True:
45          clock.tick(60)                                          # 每秒执行 60 次
46          # 轮询事件
47          for event in pygame.event.get():
48              if event.type == pygame.QUIT:
49                  sys.exit()
50              if (event.type == pygame.KEYDOWN or event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN) and
51                                                  not Bird.dead:
52                  Bird.jump = True                                # 跳跃
53                  Bird.gravity = 5                                # 重力
54                  Bird.jumpSpeed = 10                             # 跳跃速度
55
56          background = pygame.image.load("assets/background.png")    # 加载背景图片
57          createMap()                                                 # 创建地图
58      pygame.quit()
```

上述代码中，在 createMap()函数内，设置先显示管道，再显示小鸟。这样做的目的是当小鸟与管道图像重合时，小鸟的图像显示在上层，而管道的图像显示在底层。运行结果如图 16.9 所示。

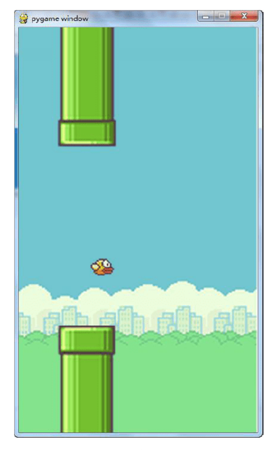


图 16.9　添加管道后的效果

16.3.6　计算得分



当小鸟飞过管道时，玩家得分加 1。这里对于飞过管道的逻辑做了简化处理：当管道移动到窗体左侧一定距离后，默认为小鸟飞过管道，使分数加 1，并显示在屏幕上。在 updatePipeline()方法中已经实现该功能，关键代码如下：

```
01  import pygame
02  import sys
03  import random
04
05  class Bird(object):
06      # 省略部分代码
07  class Pipeline(object):
08      # 省略部分代码
09      def updatePipeline(self):
10          """管道移动方法"""
11          self.wallx -= 5          # 管道 X 轴坐标递减，即管道向左移动
12          # 当管道运行到一定位置，即小鸟飞越管道，分数加 1，并且重置管道
13          if self.wallx < -80:
14              global score
15              score += 1
16              self.wallx = 400
```

```
17
18  def createMap():
19      """定义创建地图的方法"""
20      # 省略部分代码
21
22      # 显示分数
23      screen.blit(font.render(str(score),-1,(255, 255, 255)),(200, 50)) # 设置颜色及坐标位置
24      pygame.display.update()                          # 更新显示
25
26  if __name__ == '__main__':
27      """主程序"""
28      pygame.init()                                    # 初始化 pygame
29      pygame.font.init()                               # 初始化字体
30      font = pygame.font.SysFont(None, 50)             # 设置默认字体和大小
31      size    = width, height = 400, 680               # 设置窗口
32      screen = pygame.display.set_mode(size)           # 显示窗口
33      clock   = pygame.time.Clock()                    # 设置时钟
34      Pipeline = Pipeline()                            # 实例化管道类
35      Bird = Bird()                                    # 实例化鸟类
36      score = 0                                        # 初始化分数
37      while True:
38      # 省略部分代码
```

运行效果如图 16.10 所示。

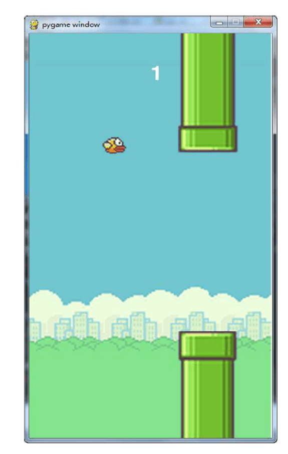


图 16.10　显示分数



16.3.7　碰撞检测



当小鸟与管道相撞时，小鸟颜色变为灰色，游戏结束，并且显示总分数。在 checkDead()函数中通过 pygame.Rect()可以分别获取小鸟的矩形区域对象和管道的矩形区域对象，该对象有一个 colliderect()方法可以判断两个矩形区域是否相撞。如果相撞，设置 Bird.dead 属性为 True。此外，当小鸟飞出窗体时，也设置 Bird.dead 属性为 True。最后，用两行文字显示总成绩。关键代码如下：

```
01	import pygame
02	import sys
03	import random
04	
05	class Bird(object):
06	    # 省略部分代码
07	class Pipeline(object):
08	     # 省略部分代码
09	def createMap():
10	    # 省略部分代码
11	def checkDead():
12	    # 上方管子的矩形位置
13	    upRect = pygame.Rect(Pipeline.wallx,-300,
14	                          Pipeline.pineUp.get_width() - 10,
15	                          Pipeline.pineUp.get_height())
16	
17	    # 下方管子的矩形位置
18	    downRect = pygame.Rect(Pipeline.wallx,500,
19	                            Pipeline.pineDown.get_width() - 10,
20	                            Pipeline.pineDown.get_height())
21	    # 检测小鸟与上下方管子是否碰撞
22	    if upRect.colliderect(Bird.birdRect) or downRect.colliderect(Bird.birdRect):
23	        Bird.dead = True
24	    # 检测小鸟是否飞出上下边界
25	    if not 0 < Bird.birdRect[1] < height:
26	        Bird.dead = True
27	        return True
28	    else :
29	        return False
30	
31	def getResutl():
32	    final_text1 = "Game Over"
33	    final_text2 = "Your final score is:  " + str(score)
34	    ft1_font = pygame.font.SysFont("Arial", 70)              # 设置第一行文字字体
35	    ft1_surf = font.render(final_text1, 1, (242,3,36))       # 设置第一行文字颜色
36	    ft2_font = pygame.font.SysFont("Arial", 50)              # 设置第二行文字字体
37	    ft2_surf = font.render(final_text2, 1, (253, 177, 6))    # 设置第二行文字颜色
38	    # 设置第一行文字显示位置
```

```
39        screen.blit(ft1_surf, [screen.get_width()/2 - ft1_surf.get_width()/2, 100])
40        # 设置第二行文字显示位置
41        screen.blit(ft2_surf, [screen.get_width()/2 - ft2_surf.get_width()/2, 200])
42        pygame.display.flip()       # 更新整个待显示的 Surface 对象到屏幕上
43
44    if __name__ == '__main__':
45        """主程序"""
46        # 省略部分代码
47        while True:
48            # 省略部分代码
49            background = pygame.image.load("assets/background.png") # 加载背景图片
50            if checkDead() :         # 检测小鸟生命状态
51                getResutl()          # 如果小鸟死亡，显示游戏总分数
52            else :
53                createMap()          # 创建地图
54        pygame.quit()
```

上述代码的 checkDead()方法中，upRect.colliderect(Bird.birdRect)用于检测小鸟的矩形区域是否与上管道的矩形区域相撞，colliderect()函数的参数是另一个矩形区域对象。运行结果如图 16.11 所示。

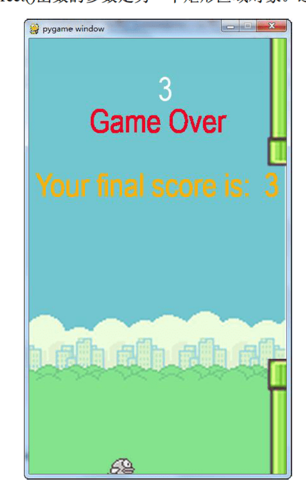


图 16.11　碰到管道后的效果

说明

本实例已经实现了 Flappy Bird 的基本功能，但还有很多需要完善的地方，如设置游戏的难度，包括设置管道的高度、小鸟的飞行速度等，读者朋友可以尝试完善该游戏。

16.4　小　　结

本章主要讲解了如何使用 Pygame 开发游戏。首先通过一个跳跃的小球游戏来了解 Pygame 的基本使用方法，然后利用 Python 逐步开发一个知名游戏 Flappy Bird。通过本章的学习，希望读者可以掌握 Pygame 的基础知识，并使用 Python 面向对象的思维方式开发一个 Python 小游戏，进一步体会 Python 编程的乐趣。

第 17 章

网络爬虫开发

（视频讲解：163 分钟）

随着大数据时代的来临，网络信息量也变得更多更大，网络爬虫在互联网中的地位将越来越重要。本章将介绍通过 Python 语言实现网络爬虫的常用技术，以及常见的网络爬虫框架，最后将通过一个实战项目详细地介绍爬虫爬取数据的整个过程。

通过阅读本章，您可以：

- 了解什么是网络爬虫
- 了解爬虫的工作原理
- 了解网络爬虫的常用技术
- 了解网络爬虫的常用框架
- 掌握爬取网络数据的整个过程
- 掌握如何通过 QT 实现窗体

17.1　初识网络爬虫



17.1.1　网络爬虫概述

网络爬虫（又被称作网络蜘蛛、网络机器人，在某社区中经常被称为网页追逐者），可以按照指定的规则（网络爬虫的算法）自动浏览或抓取网络中的信息，通过 Python 可以很轻松地编写爬虫程序或者是脚本。

在生活中网络爬虫经常出现，搜索引擎就离不开网络爬虫。例如，百度搜索引擎的爬虫名字叫作百度蜘蛛（Baiduspider）。百度蜘蛛，是百度搜索引擎的一个自动程序。它每天都会在海量的互联网信息中进行爬取，收集并整理互联网上的网页、图片视频等信息。然后当用户在百度搜索引擎中输入对应的关键词时，百度将从收集的网络信息中找出相关的内容，按照一定的顺序将信息展现给用户。百度蜘蛛在工作的过程中，搜索引擎会构建一个调度程序来调度百度蜘蛛的工作，这些调度程序都是需要使用一定的算法来实现的，采用不同的算法，爬虫的工作效率也会有所不同，爬取的结果也会有所差异。所以，在学习爬虫的时候不仅需要了解爬虫的实现过程，还需要了解一些常见的爬虫算法。在特定的情况下，还需要开发者自己制定相应的算法。

17.1.2　网络爬虫的分类

网络爬虫按照实现的技术和结构可以分为以下几种类型：通用网络爬虫、聚焦网络爬虫、增量式网络爬虫、深层网络爬虫等类型。在实际的网络爬虫中，通常是这几类爬虫的组合体。

1. 通用网络爬虫

通用网络爬虫又叫作全网爬虫（Scalable Web Crawler），通用网络爬虫的爬行范围和数量巨大，正是由于其爬取的数据是海量数据，所以对于爬行速度和存储空间要求较高。通用网络爬虫在爬行页面的顺序要求上相对较低，同时由于待刷新的页面太多，通常采用并行工作方式，所以需要较长时间才可以刷新一次页面。所以存在着一定的缺陷，这种网络爬虫主要应用于大型搜索引擎中，有非常高的应用价值。通用网络爬虫主要由初始 URL 集合、URL 队列、页面爬行模块、页面分析模块、页面数据库、链接过滤模块等构成。

2. 聚焦网络爬虫

聚焦网络爬虫（Focused Crawler）也叫主题网络爬虫（Topical Crawler），是指按照预先定义好的主题，有选择地进行相关网页爬取的一种爬虫。它和通用网络爬虫相比，不会将目标资源定位在整个互联网当中，而是将爬取的目标网页定位在与主题相关的页面中。极大地节省了硬件和网络资源，保存的页面也由于数量少而更快了，聚焦网络爬虫主要应用在对特定信息的爬取，为某一类特定的人群提供服务。

3. 增量式网络爬虫

增量式网络爬虫（Incremental Web Crawler），所谓增量式，对应着增量式更新。增量式更新指的是在更新的时候只更新改变的地方，而未改变的地方则不更新，所以增量式网络爬虫，在爬取网页的时候，只会在需要的时候爬行新产生或发生更新的页面，对于没有发生变化的页面则不会爬取。这样可有效减少数据下载量，减少时间和空间上的耗费，但是在爬行算法上需要增加一些难度。

4. 深层网络爬虫

在互联网中，Web 页面按存在方式可以分为表层网页（Surface Web）和深层网页（Deep Web），表层网页指的是不需要提交表单，使用静态的超链接就可以直接访问的静态页面。深层网页指的是那些大部分内容不能通过静态链接获取的、隐藏在搜索表单后面的，需要用户提交一些关键词才能获得的 Web 页面。深层页面需要访问的信息数量是表层页面信息数量的几百倍，所以深层页面是主要的爬取对象。

深层网络爬虫主要通过 6 个基本功能的模块（爬行控制器、解析器、表单分析器、表单处理器、响应分析器、LVS 控制器）和两个爬虫内部数据结构（URL 列表、LVS 表）等部分构成。 其中 LVS（Label Value Set）表示标签/数值集合，用来表示填充表单的数据源。

17.1.3 网络爬虫的基本原理

一个通用的网络爬虫基本工作流程如图 17.1 所示。

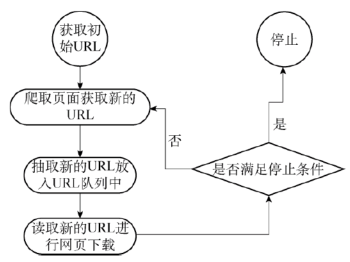


图 17.1　通用的网络爬虫基本工作流程

网络爬虫的基本工作流程如下：

（1）获取初始的 URL，该 URL 地址是用户自己制定的初始爬取的网页。

（2）爬取对应 URL 地址的网页时，获取新的 URL 地址。

（3）将新的 URL 地址放入 URL 队列中。

（4）从 URL 队列中读取新的 URL，然后依据新的 URL 爬取网页，同时从新的网页中获取新的



URL 地址，重复上述的爬取过程。

（5）设置停止条件，如果没有设置停止条件，爬虫会一直爬取下去，直到无法获取新的 URL 地址为止。设置了停止条件后，爬虫将会在满足停止条件时停止爬取。

17.2　网络爬虫的常用技术

17.2.1　Python 的网络请求



在 17.1 节中多次提到了 URL 地址与下载网页，这两项是网络爬虫必备而又关键的功能，说到这两个功能必然离不开与 HTTP 打交道。本节将介绍在 Python 中实现 HTTP 网络请求常见的 3 种方式：urllib、urllib3 和 requests。

1. urllib 模块

urllib 是 Python 自带模块，该模块中提供了一个 urlopen()方法，通过该方法指定 URL 发送网络请求来获取数据。urllib 提供了多个子模块，具体的模块名称与含义如表 17.1 所示。

表 17.1　urllib 中的子模块

模 块 名 称	描　　述
urllib.request	该模块定义了打开 URL（主要是 HTTP）的方法和类，如身份验证、重定向、cookie 等
urllib.error	该模块中主要包含异常类，基本的异常类是 URLError
urllib.parse	该模块定义的功能分为两大类：URL 解析和 URL 引用
urllib.robotparser	该模块用于解析 robots.txt 文件

通过 urllib.request 模块实现发送请求并读取网页内容的简单示例如下：

```
01    import urllib.request                  # 导入模块
02
03    # 打开指定需要爬取的网页
04    response = urllib.request.urlopen('http://www.baidu.com')
05    html = response.read()                 # 读取网页代码
06    print(html)                            # 打印读取内容
```

上面的示例中，是通过 get 请求方式获取百度的网页内容。下面通过使用 urllib.request 模块的 post 请求实现获取网页信息的内容，示例如下：

```
01    import urllib.parse
02    import urllib.request
```

```
03
04  # 将数据使用 urlencode 编码处理后，再使用 encoding 设置为 utf-8 编码
05  data = bytes(urllib.parse.urlencode({'word': 'hello'}), encoding='utf8')
06  # 打开指定需要爬取的网页
07  response = urllib.request.urlopen('http://httpbin.org/post', data=data)
08  html = response.read()            # 读取网页代码
09  print(html)                       # 打印读取内容
```



说明

这里通过 http://httpbin.org/post 网站进行演示，该网站可以作为练习使用 urllib 的一个站点使用，可以模拟各种请求操作。

2. urllib3 模块

urllib3 是一个功能强大，条理清晰，用于 HTTP 客户端的 Python 库，许多 Python 的原生系统已经开始使用 urllib3。urllib3 提供了很多 Python 标准库里所没有的重要特性：

- ☑ 线程安全。
- ☑ 连接池。
- ☑ 客户端 SSL / TLS 验证。
- ☑ 使用多部分编码上传文件。
- ☑ Helpers 用于重试请求并处理 HTTP 重定向。
- ☑ 支持 gzip 和 deflate 编码。
- ☑ 支持 HTTP 和 SOCKS 代理。
- ☑ 100%的测试覆盖率。

通过 urllib3 模块实现发送网络请求的示例代码如下：

```
01  import urllib3
02
03  # 创建 PoolManager 对象，用于处理与线程池的连接以及线程安全的所有细节
04  http = urllib3.PoolManager()
05  # 对需要爬取的网页发送请求
06  response = http.request('GET','https://www.baidu.com/')
07  print(response.data)       #打印读取内容
```

post 请求实现获取网页信息的内容，关键代码如下：

```
01  # 对需要爬取的网页发送请求
02  response = http.request('POST',
03                          'http://httpbin.org/post'
04                          ,fields={'word': 'hello'})
```

注意

在使用 urllib3 模块前，需要在 Python 中通过 pip install urllib3 代码进行模块的安装。

3. requests 模块

requests 是 Python 中实现 HTTP 请求的一种方式，requests 是第三方模块，该模块在实现 HTTP 请求时要比 urllib 模块简化很多，操作更加人性化。在使用 requests 模块时需要通过执行 pip install requests 代码进行该模块的安装。requests 功能特性如下：

- ☑ Keep-Alive &连接池。
- ☑ 国际化域名和 URL。
- ☑ 带持久 Cookie 的会话。
- ☑ 浏览器式的 SSL 认证。
- ☑ 自动内容解码。
- ☑ 基本/摘要式的身份认证。
- ☑ 优雅的 key/value Cookie。
- ☑ 自动解压。
- ☑ Unicode 响应体。
- ☑ HTTP(S) 代理支持。
- ☑ 文件分块上传。
- ☑ 流下载。
- ☑ 连接超时。
- ☑ 分块请求。
- ☑ 支持 .netrc。

以 GET 请求方式为例，打印多种请求信息的示例代码如下：

```
01  import requests                          # 导入模块
02
03  response = requests.get('http://www.baidu.com')
04  print(response.status_code)    # 打印状态码
05  print(response.url)                # 打印请求 url
06  print(response.headers)          # 打印头部信息
07  print(response.cookies)          # 打印 cookie 信息
08  print(response.text)              # 以文本形式打印网页源码
09  print(response.content)          # 以字节流形式打印网页源码
```

以 POST 请求方式，发送 HTTP 网络请求的示例代码如下：

```
01  import requests
02
03  data = {'word': 'hello'}          # 表单参数
04  # 对需要爬取的网页发送请求
```

```
05    response = requests.post('http://httpbin.org/post', data=data)
06    print(response.content)              # 以字节流形式打印网页源码
```

requests 模块不仅提供了以上两种常用的请求方式，还提供以下多种网络请求的方式。代码如下：

```
01    requests.put('http://httpbin.org/put',data = {'key':'value'})          # PUT 请求
02    requests.delete('http://httpbin.org/delete')                          # DELETE 请求
03    requests.head('http://httpbin.org/get')                               # HEAD 请求
04    requests.options('http://httpbin.org/get')                            # OPTIONS 请求
```

如果发现请求的 URL 地址中参数是跟在“?”（问号）的后面，例如，httpbin.org/get?key=val。requests 模块提供了传递参数的方法，允许用户使用 params 关键字参数，以一个字符串字典来提供这些参数。例如，用户想传递 key1=value1 和 key2=value2 到 httpbin.org/get ，那么可以使用如下代码：

```
01    import requests
02
03    payload = {'key1': 'value1', 'key2': 'value2'}              # 传递的参数
04    # 对需要爬取的网页发送请求
05    response = requests.get("http://httpbin.org/get", params=payload)
06    print(response.content)                                     # 以字节流形式打印网页源码
```

17.2.2 请求 headers 处理



有时在请求一个网页内容时，发现无论通过 GET 或者是 POST 以及其他请求方式，都会出现 403 错误。这种现象多数为服务器拒绝了您的访问，那是因为这些网页为了防止恶意采集信息，所使用的反爬虫设置。此时可以通过模拟浏览器的头部信息来进行访问，这样就能解决以上反爬设置的问题。下面以 requests 模块为例介绍请求头部 headers 的处理，具体步骤如下：

（1）通过浏览器的网络监视器查看头部信息，首先通过火狐浏览器打开对应的网页地址，然后按快捷键 Ctrl + Shift + E 打开网络监视器，再刷新当前页面，网络监视器将显示如图 17.2 所示的数据变化。

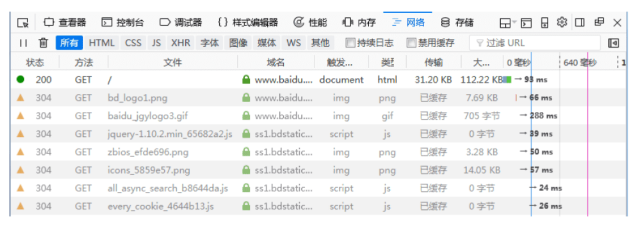


图 17.2 网络监视器的数据变化

（2）选中第一条信息，右侧的消息头面板中将显示请求头部信息，然后复制该信息，如图 17.3 所示。



（3）实现代码，首先创建一个需要爬取的 url 地址，然后创建 headers 头部信息，再发送请求等待响应，最后打印网页的代码信息。实现代码如下：



```
01  import requests
02  url = 'https://www.baidu.com/'                                          # 创建需要爬取网页的地址
03  # 创建头部信息
04  headers = {'User-Agent:Mozilla/5.0(Windows NT 6.1;W...) Gecko/20100101 Firefox/59.0'}
05  response  = requests.get(url, headers=headers)                          # 发送网络请求
06  print(response.content)                                                  # 以字节流形式打印网页源码
```

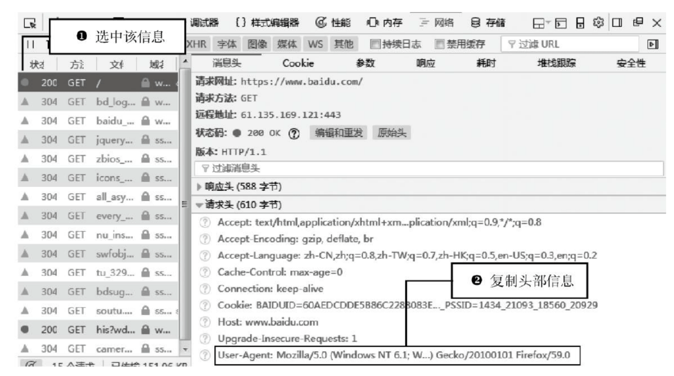


图 17.3　复制头部信息

17.2.3　网络超时



在访问一个网页时，如果该网页长时间未响应，系统就会判断该网页超时，所以无法打开网页。下面通过代码来模拟一个网络超时的现象，代码如下：

```
01  import requests
02  # 循环发送请求 50 次
03  for a in range(0, 50):
04      try:  # 捕获异常
05          # 设置超时为 0.5 秒
06          response = requests.get('https://www.baidu.com/', timeout=0.5)
07          print(response.status_code)                                  # 打印状态码
08      except Exception as e:                                           # 捕获异常
09          print('异常'+str(e))                                          # 打印异常信息
```

打印结果如图 17.4 所示。



说明

上面的代码中，模拟进行了 50 次循环请求，并且设置了超时的时间为 0.5 秒，在 0.5 秒内服务器未做出响应将视为超时，所以将超时信息打印在控制台中。根据以上的模拟测试结果，可以确认在不同的情况下设置不同的 timeout 值。

```
200
200
200
异常HTTPSConnectionPool(host='www.baidu.com', port=443): Read timed out. (read timeout=1)
200
200
200
```

图 17.4　异常信息

说起网络异常信息，requests 模块同样提供了 3 种常见的网络异常类，示例代码如下：

```
01  import requests
02  # 导入 requests.exceptions 模块中的 3 种异常类
03  from requests.exceptions import ReadTimeout,HTTPError,RequestException
04  # 循环发送请求 50 次
05  for a in range(0, 50):
06      try:  # 捕获异常
07          # 设置超时为 0.5 秒
08          response = requests.get('https://www.baidu.com/', timeout=0.5)
09          print(response.status_code)                                  # 打印状态码
10      except ReadTimeout:                                              # 超时异常
11          print('timeout')
12      except HTTPError:                                                # HTTP 异常
13          print('httperror')
14      except RequestException:                                         # 请求异常
15          print('reqerror')
```

17.2.4　代理服务



在爬取网页的过程中，经常会出现不久前可以爬取的网页现在无法爬取了，这是因为您的 IP 被爬取网站的服务器屏蔽了。此时代理服务可以为您解决这一麻烦，设置代理时，首先需要找到代理地址，如 122.114.31.177，对应的端口号为 808，完整的格式为 122.114.31.177:808。示例代码如下：



```
01    import requests
02
03    proxy = {'http': '122.114.31.177:808',
04             'https': '122.114.31.177:8080'}   # 设置代理 IP 与对应的端口号
05    # 对需要爬取的网页发送请求
06    response = requests.get('http://www.mingrisoft.com/', proxies=proxy)
07    print(response.content)   # 以字节流形式打印网页源码
```

注意

由于示例中代理 IP 是免费的，所以使用的时间不固定，超出使用的时间范围内该地址将失效。在地址失效时或者是地址错误时，控制台将显示如图 17.5 所示的错误信息。

```
Traceback (most recent call last):
  File "C:\Users\Administrator\AppData\Local\Programs\Python\Python36\lib\site-packages\urllib3\connection.py", line 141, in _new_conn
    (self.host, self.port), self.timeout, **extra_kw)
  File "C:\Users\Administrator\AppData\Local\Programs\Python\Python36\lib\site-packages\urllib3\util\connection.py", line 83, in create_connection
    raise err
  File "C:\Users\Administrator\AppData\Local\Programs\Python\Python36\lib\site-packages\urllib3\util\connection.py", line 73, in create_connection
    sock.connect(sa)
TimeoutError: [WinError 10060] 由于连接方在一段时间后没有正确答复或连接的主机没有反应，连接尝试失败。
```

图 17.5　代理地址失效或错误所提示的信息

17.2.5　HTML 解析之 BeautifulSoup



BeautifulSoup 是一个用于从 HTML 和 XML 文件中提取数据的 Python 库。BeautifulSoup 提供一些简单的函数用来处理导航、搜索、修改分析树等功能。BeautifulSoup 模块中的查找提取功能非常强大，而且非常便捷，它通常可以节省程序员数小时或数天的工作时间。

BeautifulSoup 自动将输入文档转换为 Unicode 编码，输出文档转换为 utf-8 编码。用户不需要考虑编码方式，除非文档没有指定一个编码方式，这时，BeautifulSoup 就不能自动识别编码方式了。然后，用户仅仅需要说明一下原始编码方式就可以了。

1. BeautifulSoup 的安装

BeautifulSoup 3 已经停止开发，目前推荐使用的是 BeautifulSoup 4，不过它已经被移植到 bs4 当中了，所以在导入时需要 from bs4，然后再导入 BeautifulSoup。安装 BeautifulSoup 有以下 3 种方式：

- ☑ 如果您使用的是最新版本的 Debian 或 Ubuntu Linux，则可以使用系统软件包管理器安装 BeautifulSoup。安装命令为：apt-get install python-bs4。
- ☑ BeautifulSoup 4 是通过 PyPi 发布的，可以通过 easy_install 或 pip 来安装。包名是 beautifulsoup 4，它可以兼容 Python 2 和 Python 3。安装命令为：easy_install beautifulsoup4 或者是 pip install beautifulsoup 4。

注意

在使用 BeautifulSoup 4 之前需要先通过命令 pip install bs4 进行 bs4 库的安装。

☑ 如果当前的 BeautifulSoup 不是您想要的版本，可以通过下载源码的方式进行安装，源码的下载地址为 https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/download/，然后在控制台中打开源码的指定路径，输入命令 python setup.py install 即可，如图 17.6 所示。

```
C:\windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\lenovo>cd C:\Users\lenovo\Downloads\beautifulsoup4-4.6.0

C:\Users\lenovo\Downloads\beautifulsoup4-4.6.0>python setup.py install
running install
running bdist_egg
running egg_info
writing beautifulsoup4.egg-info\PKG-INFO
writing dependency_links to beautifulsoup4.egg-info\dependency_links.txt
writing requirements to beautifulsoup4.egg-info\requires.txt
writing top-level names to beautifulsoup4.egg-info\top_level.txt
reading manifest file 'beautifulsoup4.egg-info\SOURCES.txt'
reading manifest template 'MANIFEST.in'
writing manifest file 'beautifulsoup4.egg-info\SOURCES.txt'
installing library code to build\bdist.win-amd64\egg
```

图 17.6　通过源码安装 BeautifulSoup

BeautifulSoup 支持 Python 标准库中包含的 HTML 解析器，但它也支持许多第三方 Python 解析器，其中包含 lxml 解析器。根据不同的操作系统，用户可以使用以下命令之一安装 lxml。

☑ apt-get install python-lxml。

☑ easy_install lxml。

☑ pip install lxml。

另一个解析器是 html5lib，它是一个用于解析 HTML 的 Python 库，按照 Web 浏览器的方式解析 HTML。用户可以使用以下命令之一安装 html5lib。

☑ apt-get install python-html5lib。

☑ easy_install html5lib。

☑ pip install html5lib。

在表 17.2 中总结了每个解析器的优缺点。

表 17.2　解析器的比较

解　析　器	用　　法	优　　点	缺　　点
Python 标准库	BeautifulSoup(markup, "html.parser")	Python 标准库 执行速度适中	（在 Python 2.7.3 或 3.2.2 之前的版本中）文档容错能力差
lxml 的 HTML 解析器	BeautifulSoup(markup, "lxml")	速度快 文档容错能力强	需要安装 C 语言库



续表

解　析　器	用　　法	优　　点	缺　　点
lxml 的 XML 解析器	BeautifulSoup(markup, "lxml-xml") BeautifulSoup(markup, "xml")	速度快 唯一支持 XML 的解析器	需要安装 C 语言库
html5lib	BeautifulSoup(markup, "html5lib")	最好的容错性 以浏览器的方式解析文档 生成 HTML5 格式的文档	速度慢，不依赖外部扩展

2. BeautifulSoup 的使用

BeautifulSoup 安装完成以后，下面将介绍如何通过 BeautifulSoup 库进行 HTML 的解析工作，具体示例步骤如下：

（1）导入 bs4 库，然后创建一个模拟 HTML 代码的字符串，代码如下：

```
01	from bs4 import BeautifulSoup   # 导入 BeautifulSoup 库
02
03	# 创建模拟 HTML 代码的字符串
04	html_doc = """
05	<html><head><title>The Dormouse's story</title></head>
06	<body>
07	<p class="title"><b>The Dormouse's story</b></p>
08
09	<p class="story">Once upon a time there were three little sisters; and their names were
10	<a href="http://example.com/elsie" class="sister" id="link1">Elsie</a>,
11	<a href="http://example.com/lacie" class="sister" id="link2">Lacie</a> and
12	<a href="http://example.com/tillie" class="sister" id="link3">Tillie</a>;
13	and they lived at the bottom of a well.</p>
14
15	<p class="story">...</p>
16	"""
```

（2）创建 BeautifulSoup 对象，并指定解析器为 lxml，最后通过打印的方式将解析的 HTML 代码显示在控制台当中，代码如下：

```
01	# 创建一个 BeautifulSoup 对象，获取页面正文
02	soup = BeautifulSoup(html_doc, features="lxml")
03	print(soup)                        # 打印解析的 HTML 代码
```

运行结果如图 17.7 所示。


说明

如果将 html_doc 字符串中的代码保存在 index.html 文件中，可以通过打开 HTML 文件的方式进行代码的解析，并且可以通过 prettify()方法进行代码的格式化处理，代码如下：

```
<html><head><title>The Dormouse's story</title></head>
<body>
<p class="title"><b>The Dormouse's story</b></p>
<p class="story">Once upon a time there were three little sisters; and their names were
<a class="sister" href="http://example.com/elsie" id="link1">Elsie</a>,
<a class="sister" href="http://example.com/lacie" id="link2">Lacie</a> and
<a class="sister" href="http://example.com/tillie" id="link3">Tillie</a>;
and they lived at the bottom of a well.</p>
<p class="story">...</p>
</body></html>
```

图 17.7　显示解析后的 HTML 代码

```
01  # 创建 BeautifulSoup 对象打开需要解析的 html 文件
02  soup = BeautifulSoup(open('index.html'),'lxml')
03  print(soup.prettify())        # 打印格式化后的代码
```

17.3　网络爬虫开发常用框架



爬虫框架就是一些爬虫项目的半成品，可以将一些爬虫常用的功能写好，然后留下一些接口，在不同的爬虫项目当中调用适合自己项目的接口，再编写少量的代码实现自己需要的功能。因为框架中已经实现了爬虫常用的功能，所以为开发人员节省了很多精力与时间。

17.3.1　Scrapy 爬虫框架

Scrapy 框架是一套比较成熟的 Python 爬虫框架，简单轻巧，并且非常方便。可以高效率地爬取 Web 页面并从页面中提取结构化的数据。Scrapy 是一套开源的框架，所以在使用时不需要担心收取费用的问题。Scrapy 的官网地址为 https://scrapy.org，官网页面如图 17.8 所示。

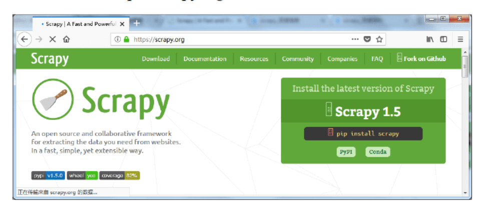


图 17.8　Scrapy 的官网页面





说明

Scrapy 开源框架对开发者提供了非常贴心的开发文档，文档中详细地介绍了开源框架的安装以及 Scrapy 的使用教程。

17.3.2　Crawley 爬虫框架

Crawley 也是 Python 开发出的爬虫框架，该框架致力于改变人们从互联网中提取数据的方式。Crawley 的具体特性如下：

☑ 基于 Eventlet 构建的高速网络爬虫框架。
☑ 可以将数据存储在关系数据库中，如 Postgres、MySQL、Oracle、Sqlite。
☑ 可以将爬取的数据导入为 Json、XML 格式。
☑ 支持非关系数据库，如 Mongodb 和 Couchdb。
☑ 支持命令行工具。
☑ 可以使用您喜欢的工具进行数据的提取，如 XPath 或 Pyquery 工具。
☑ 支持使用 Cookie 登录或访问那些只有登录才可以访问的网页。
☑ 简单易学（可以参照示例）。

Crawley 的官网地址为 http://project.crawley-cloud.com，官网页面如图 17.9 所示。

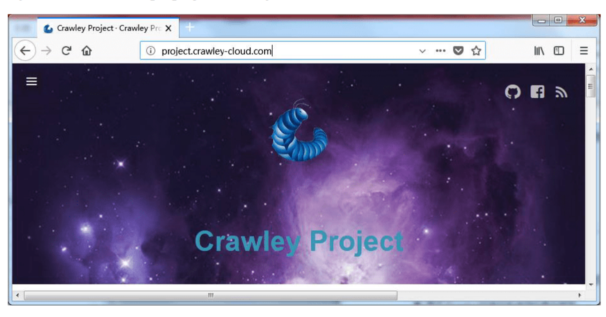


图 17.9　Crawley 的官网页面

17.3.3　PySpider 爬虫框架

相对于 Scrapy 框架而言，PySpider 框架是一支新秀。采用 Python 语言编写，分布式架构，支持多

种数据库后端，强大的 WebUI 支持脚本编辑器、任务监视器、项目管理器以及结果查看器。Scrapy 的具体特性如下：

- ☑ Python 脚本控制，可以用任何您喜欢的 html 解析包（内置 pyquery）。
- ☑ 使用 Web 界面编写调试脚本、起停脚本，监控执行状态，查看活动历史，获取结果产出。
- ☑ 支持 MySQL、MongoDB、Redis、SQLite、Elasticsearch、PostgreSQL 与 SQLAlchemy。
- ☑ 支持 RabbitMQ、Beanstalk、Redis 和 Kombu 作为消息队列。
- ☑ 支持抓取 JavaScript 的页面。
- ☑ 强大的调度控制，支持超时重爬及优先级设置。
- ☑ 组件可替换，支持单机/分布式部署，支持 Docker 部署。

Pyspider 源码地址为 https://github.com/binux/pyspider/releases。

开发文档地址为 http://docs.pyspider.org/。

17.4 实战项目：快手爬票

17.4.1 快手爬票概述



无论是出差还是旅行，都无法离开交通工具的支持。现如今随着科技水平的提高，高铁与动车成为人们喜爱的交通工具。如果想要知道每列车次的时间信息，都需要在各类的列车网站中进行查询，本节将通过 Python 的爬虫技术实现一个快手爬票工具，如图 17.10 所示。



图 17.10　快手爬票

17.4.2　搭建 QT 环境



QT 是 Python 开发窗体的工具之一，它不仅与 Python 有着良好的兼容性，还可以通过可视化拖曳的方式进行窗体的创建，提高开发人员的开发效率，因此受到开发人员的喜爱。QT 工具分别支持 Windows、Linux、Mac OS X 三种操作系统，在 https://www.qt.io/download 官方网站中下载对应的系统版本即可。

由于 QT 在创建窗体项目时会自动生成扩展名为 ui 的文件，该文件需要转换为 py 文件后才可以被 Python 识别，所以需要为 QT 与 PyCharm 开发工具进行配置，具体步骤如下。

（1）确保 Python、QT 与 PyCharm 开发工具安装完成后，打开 PyCharm 开发工具，在欢迎界面中依次单击 Configure → Settings，如图 17.11 所示。

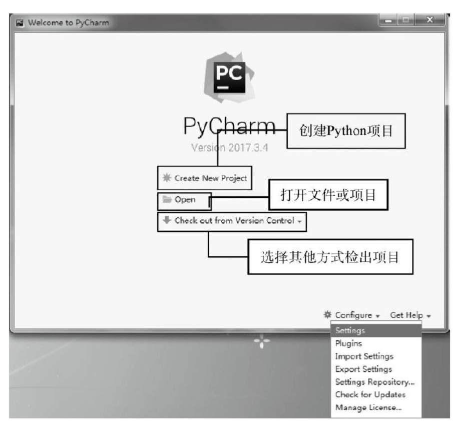


图 17.11　打开 PyCharm 工具的设置界面

（2）打开设置界面后，首先选择 Project Interpreter 选项，然后在右侧的列表中选择 Show All，如图 17.12 所示。在弹出的窗口中选择 Add Local，如图 17.13 所示。

（3）在弹出的窗口中选择 System Interpreter 选项，然后在右侧的下拉列表中默认选择 Python 对应版本的安装路径，单击 OK 按钮即可，如图 17.14 所示。在返回的窗口中直接单击 OK 按钮即可，如图 17.15 所示。

（4）确认了 Python 的编译版本后，在返回的窗口中选择右侧的添加按钮，如图 17.16 所示。然后在弹出的窗口中添加 PyQt5 模块包，单击 Install Package 按钮，如图 17.17 所示。

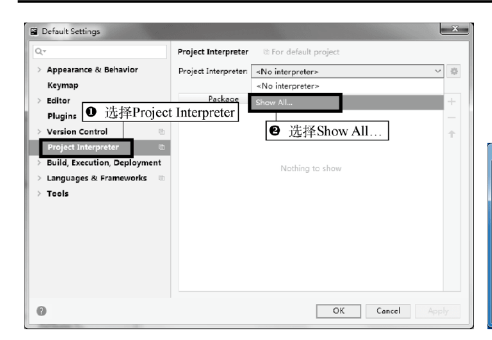


图 17.12　设置界面

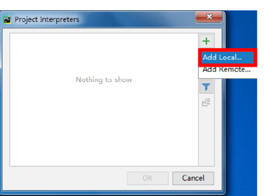


图 17.13　选择本地

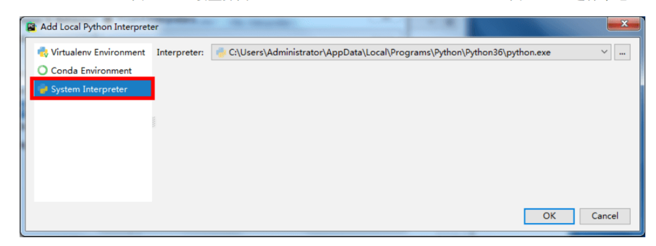


图 17.14　选择 Python 的编译版本

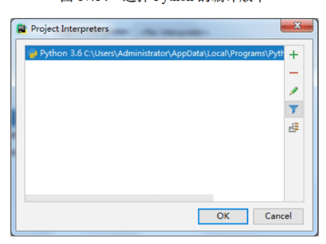


图 17.15　确认 Python 的编译版本



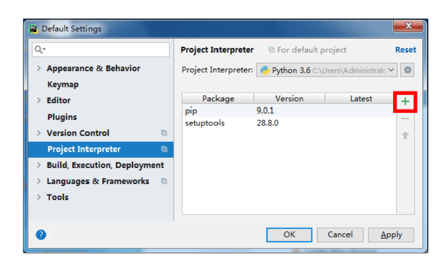


图 17.16　单击添加按钮

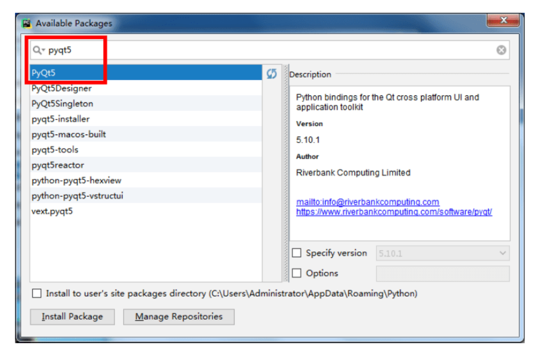


图 17.17　安装 PyQt5 模块包

（5）PyQt5 模块包安装完成后将返回如图 17.18 所示的设置窗口，在该窗口中依次选择 Tools → External Tools 选项，然后在右侧单击添加按钮，如图 17.19 所示。

（6）在弹出的窗口中添加启动 Qt Designer 的快捷工具，首先在 Name 所对应的编辑框中填写工具名称为 Qt Designer，然后在 Program 所对应的编辑框中填写 QT 开发工具的安装路径，最后在 Working directory 所对应的编辑框中填写$ProjectFileDir$，该值代表项目文件目录，单击 OK 按钮即可，如图 17.20 所示。

注意

在 Program 所对应的编辑框中填写自己的 QT 开发工具安装路径，记得尾部需要填写 designer.exe。

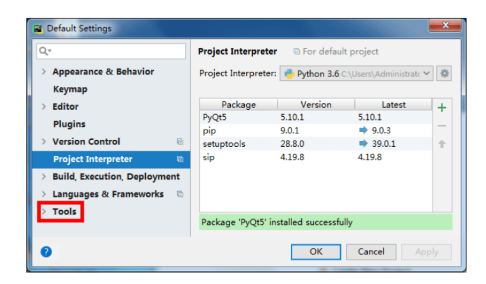


图 17.18　返回设置窗口

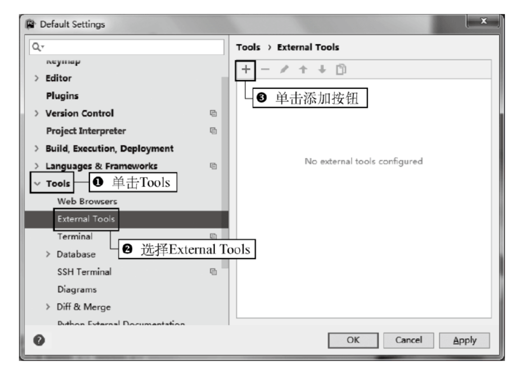
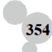


图 17.19　添加外部工具

（7）根据步骤（5）与步骤（6）的操作方法，添加将 QT 生成的 ui 文件转换为 py 文件的快捷工具，在 Name 所对应的编辑框中填写工具名称为 PyUIC，然后在 Program 所对应的编辑框中填写 Python 的安装路径，再在 Arguments 所对应的编辑框中填写将 ui 文件转换为 py 文件的 Python 代码（-m PyQt5.uic.pyuic $FileName$ -o $FileNameWithoutExtension$.py），在 Working directory 所对应的编辑框中填写$FileDir$，该值为文件目录，单击 OK 按钮即可，如图 17.21 所示。


注意

在 Program 所对应的编辑框中填写自己的 Python 安装路径，记得尾部需要填写 python.exe。



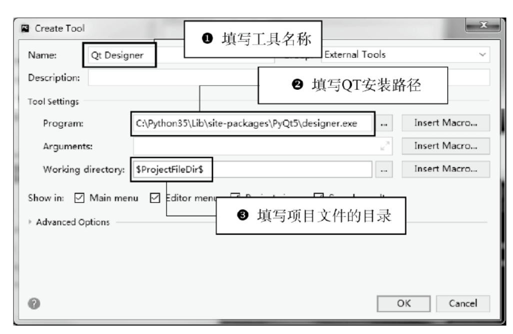


图 17.20　添加启动 Qt Designer 的快捷工具

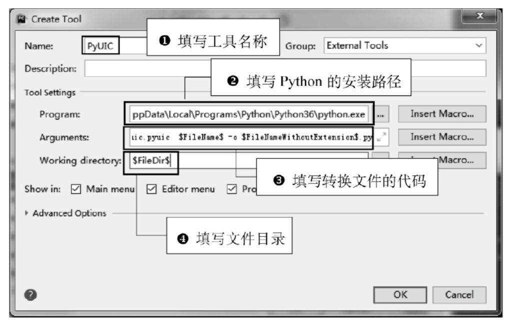


图 17.21　添加将 QT 生成的 ui 文件转换为 py 文件的快捷工具

17.4.3　主窗体设计



Python、QT 与 PyCharm 配置完成后，接下来需要对快手爬票的主窗体进行设计，首先需要创建主窗体外层（红色框内），然后依次添加顶部图片（绿色框内）、查询区域（蓝色框内）、选择车次类型区域（紫色框内）、分类图片区域（黄色框内）、信息表格区域（棕色框内）。设计顺序如图 17.22 所示。

图 17.22　窗体设计思路

1. Qt 拖曳控件

了解了窗体设计思路以后，接下来需要实现快手爬票的窗体。由于在 17.4.2 节中已经将 Python、QT 与 PyCharm 三个开发工具进行了环境配置，所以创建窗体时只需要启动 PyCharm 开发工具即可，实现窗体的具体步骤如下。

（1）在 PyCharm 开发工具中创建新的 Python 项目，并在右侧指定项目名称与位置，如图 17.23 所示。

（2）项目打开完成后，在顶部的菜单栏中依次选择 Tools → External Tools → Qt Designer 命令，如图 17.24 所示。

（3）单击 Qt Designer 快捷工具后，Qt 的窗口编辑工具将自动打开，并且会自动弹出一个新建窗体的窗口，在该窗口中选择一个主窗体的模板，这里选择 Main Window，然后单击“创建”按钮即可，如图 17.25 所示。



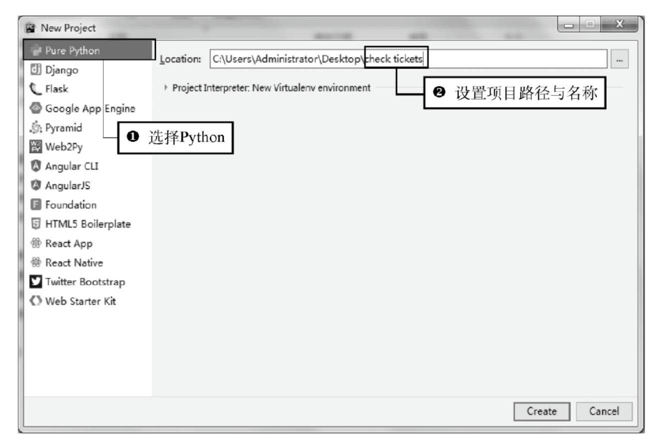


图 17.23　创建 Python 项目

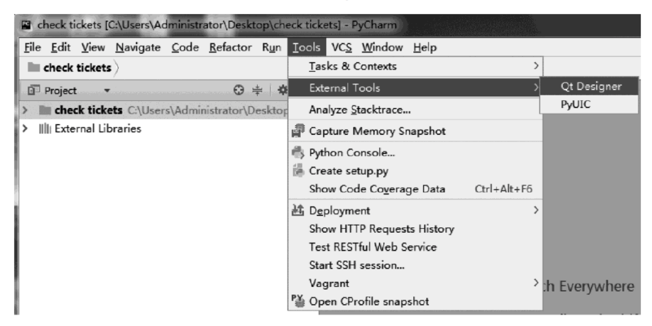


图 17.24　启动 Qt Designer

（4）主窗体创建完成后，自动进入 Qt Designer 的设计界面，顶部区域是菜单栏与菜单快捷选项，左侧区域是各种控件与布局，中间的区域为编辑区域，该区域可以将控件拖曳至此处，也可以预览窗体的设计效果。右侧上方是对象查看器，此处列出所有控件以及彼此所属的关系层。右侧中间的位置是属性编辑器，此处可以设置控件的各种属性。右侧底部的位置分别为信号/槽编辑器、动作编辑器以及资

源浏览器，具体位置与功能如图 17.26 所示。

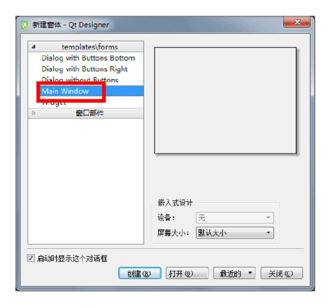


图 17.25　选择主窗体模板

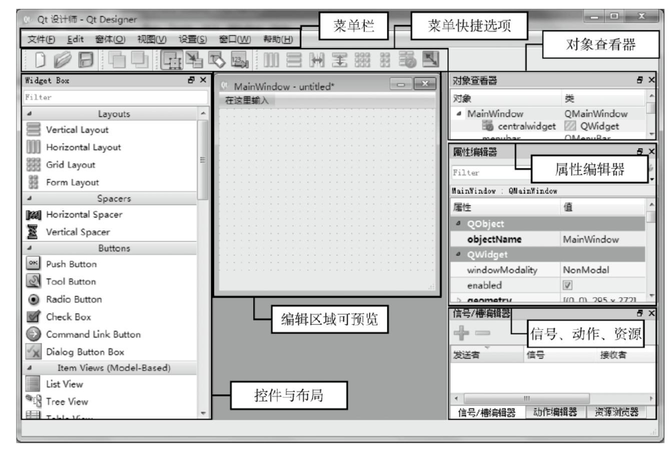


图 17.26　Qt Designer 的设计界面

（5）根据图 17.26 所示的设计思路依次将指定的控件拖曳至主窗体中，首先添加主窗体容器内的控件，如表 17.3 所示。



表 17.3　主窗体容器与控件

对象名称	控件名称	描　述
centralwidget	QWidget	该控件与对象名称是创建主窗体后默认生成的，为主窗体外层容器
label_title_img	QLabel	该控件用于设置顶部图片所使用，对象名称自定义，该控件在主窗体容器内
label_train_img	QLabel	该控件用于设置分类图片所使用，对象名称自定义，该控件在主窗体容器内
tableView	QTableView	该控件用于显示信息表格，对象名称自定义，该控件在主窗体容器内

向主窗体中添加查询区域容器与控件，如表 17.4 所示。

表 17.4　查询区域容器与控件

对象名称	控件名称	描　述
widget_query	QWidget	该控件用于显示查询区域，对象名称自定义，该控件为查询区域的容器
Label	QLabel	该控件用于显示“出发地：”文字，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
label_2	QLabel	该控件用于显示“目的地：”文字，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
label_3	QLabel	该控件用于显示“出发日：”文字，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
pushbutton	QPushButton	该控件用于显示查询按钮，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
textEdit	QTextEdit	该控件用于显示“出发地”所对应的编辑框，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
textEdit_2	QTextEdit	该控件用于显示“目的地”所对应的编辑框，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内
textEdit_3	QTextEdit	该控件用于显示“出发日”所对应的编辑框，对象名称自定义，该控件在查询区域的容器内

向主窗体中添加选择车次类型容器与控件，如表 17.5 所示。

表 17.5　选择车次类型容器与控件

对象名称	控件名称	描　述
widget_checkBox	QWidget	该控件用于显示选择车次类型区域，对象名称自定义，该控件为选择车次类型区域的容器
checkBox_D	QCheckBox	该控件用于选择动车类型，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内
checkBox_G	QCheckBox	该控件用于选择高铁类型，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内
checkBox_K	QCheckBox	该控件用于选择快车类型，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内
checkBox_T	QCheckBox	该控件用于选择特快类型，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内

续表

对 象 名 称	控 件 名 称	描　　述
checkBox_Z	QCheckBox	该控件用于选择直达类型，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内
label_type	QLabel	该控件用于显示“车次类型：”文字，对象名称自定义，该控件在选择车次类型的容器内

说明

除了主窗体默认创建的 QWidget 控件以外，其他每个 QWidget 就是一个显示区域的容器，都需要自行拖曳到主窗体当中，然后将每个区域对应的控件拖曳并摆放在当前的容器中即可。

注意

在拖曳控件时可以根据控件边缘的蓝色调节点设置控件的位置与大小，如图 17.27 所示。如果需要修改非常精确的参数值，可以在属性编辑器中进行设置，也可以在生成后的 Python 代码中对窗体的详细参数进行修改。在设置控件文字时，可以选中控件，然后在右侧的属性编辑器的 text 标签中进行设置，如图 17.28 所示。

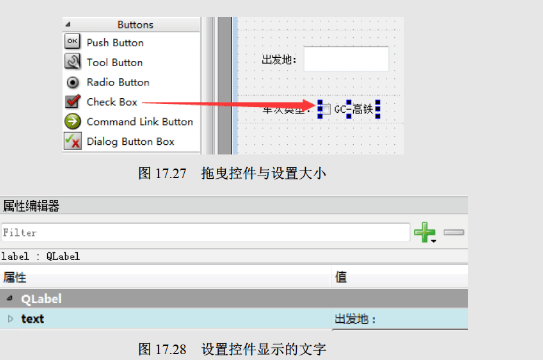


图 17.27　拖曳控件与设置大小

图 17.28　设置控件显示的文字

（6）窗体设计完成后，按快捷键 Ctrl+S 保存窗体设计文件名称为 window.ui，然后需要将该文件保存在当前项目的目录当中，再在该文件右键菜单中选择 External Tools → PyUIC 命令，将窗体设计的 ui 文件转换为 py 文件，如图 17.29 所示。转换后的 py 文件将显示在当前目录中，如图 17.30 所示。

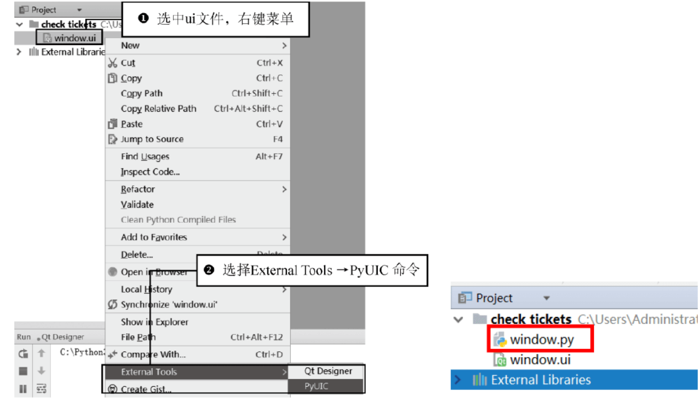


图 17.29　将 ui 文件转换为 py 文件　　　　图 17.30　显示转换后的 py 文件

2. 代码调试细节

打开 window.py 文件后，自动生成的代码中已经导入了 PyQt5 以及其内部的常用模块。PyQt5 是一套 Python 绑定 Digia QT5 应用的框架，它可用于 Python 2.x 和 Python 3.x 的版本当中。它是功能最强大的 GUI 库之一，PyQt5 的官方网址是 www.riverbankcomputing.co.uk/news。PyQt5 的类别分为多个模块，常见的模块与概述如表 17.6 所示。

表 17.6　PyQt5 的常见类别模块

模 块 名 称	描　　述
QtCore	此模块用于处理时间、文件和目录、各种数据类型、流、URL、MIME 类型、线程或进程
QtGui	此模块包含类窗口系统集成、事件处理、二维图形、基本成像、字体和文本。它还包含了一套完整的 OpenGL 和 OpenGL ES 的绑定
QtWidgets	此模块中包含的类，提供了一组用于创建经典桌面风格用户界面的 UI 元素
QtMultimedia	此模块中包含的类，用于处理多媒体内容和 API 来访问的相机、收音机功能

续表

模 块 名 称	描　　述
QtNetwork	此模块中包含网络编程的类。通过这些类使网络编程更简单、更便携，便于 TCP / IP 和 UDP 客户端和服务器的编码
QtPositioning	此模块中包含的类，利用各种可能的来源确定位置，包括卫星、Wi-Fi 等
QtWebSockets	此模块中包含实现 WebSocket 协议的类
QtXml	此模块中包含用于处理 XML 文件中的类。该模块为 SAX 和 DOM API 提供了解决方法
QtSvg	此模块中提供了用于显示 SVG 文件内容的类。SVG 是可缩放矢量图形，是用于描述 XML 中的二维图形的一种格式
QtSql	此模块提供了用于处理数据库的类
QtTest	此模块包含的功能，使 PyQt5 应用程序的单元测试

下面通过代码来调试主窗体中各种控件的细节处理，以及相应的属性。具体步骤如下。

（1）打开 window.py 文件，在右侧代码区域的 setupUi()方法中修改主窗体的最大值与最小值，用于保持主窗体大小不变，无法扩大或缩小。代码如下：

```
01    MainWindow.setObjectName("MainWindow")                    # 设置窗体对象名称
02    MainWindow.resize(960, 786)                               # 设置窗体大小
03    MainWindow.setMinimumSize(QtCore.QSize(960, 786))         # 主窗体最小值
04    MainWindow.setMaximumSize(QtCore.QSize(960, 786))         # 主窗体最大值
05    self.centralwidget = QtWidgets.QWidget(MainWindow)        # 主窗体的 widget 控件
06    self.centralwidget.setObjectName("centralwidget")         # 设置对象名称
```

（2）将图片资源 img 文件夹复制到该项目中，然后导入 PyQt5.QtGui 模块中的 QPalette、QPixmap、QColor 用于对控件设置背景图片，为对象名 label_title_img 的 Label 控件设置背景图片，该控件用于显示顶部图片。关键代码如下：

```
01    from PyQt5.QtGui import QPalette, QPixmap, QColor      # 导入 QtGui 模块
02
03    # 通过 label 控件显示顶部图片
04    self.label_title_img = QtWidgets.QLabel(self.centralwidget)
05    self.label_title_img.setGeometry(QtCore.QRect(0, 0, 960, 141))
06    self.label_title_img.setObjectName("label_title_img")
07    title_img = QPixmap('img/bg1.png')                     # 打开顶部位图
08    self.label_title_img.setPixmap(title_img)              # 设置调色板
```

（3）设置查询部分 widget 控件的背景图片，该控件起到容器的作用，在设置背景图片时并没有 Label 控件那么简单。首先需要为该控件开启自动填充背景功能，然后创建调色板对象，指定调色板背景图片，最后为控件设置对应的调色板即可。关键代码如下：

```
01 # 查询部分的 widget
02 self.widget_query = QtWidgets.QWidget(self.centralwidget)
03 self.widget_query.setGeometry(QtCore.QRect(0, 141, 960, 80))
04 self.widget_query.setObjectName("widget_query")
05 # 开启自动填充背景
06 self.widget_query.setAutoFillBackground(True)
07 palette = QPalette()                    # 调色板类
08 # 设置背景图片
09 palette.setBrush(QPalette.Background, QtGui.QBrush(QtGui.QPixmap('img/bg2.png')))
10 self.widget_query.setPalette(palette)   # 为控件设置对应的调色板即可
```

说明

根据以上两种设置背景图片的方法，分别为选择车次类型的 widget 控件与显示火车信息图片的 Label 控件设置背景图片。

（4）通过代码修改窗体或控件文字时，需要在 retranslateUi()方法中进行设置，关键代码如下：

```
01 MainWindow.setWindowTitle(_translate("MainWindow", "车票查询"))
02 self.checkBox_T.setText(_translate("MainWindow", "T-特快"))
03 self.checkBox_K.setText(_translate("MainWindow", "K-快速"))
04 self.checkBox_Z.setText(_translate("MainWindow", "Z-直达"))
05 self.checkBox_D.setText(_translate("MainWindow", "D-动车"))
06 self.checkBox_G.setText(_translate("MainWindow", "GC-高铁"))
07 self.label_type.setText(_translate("MainWindow", "车次类型："))
08 self.label.setText(_translate("MainWindow", "出发地："))
09 self.label_3.setText(_translate("MainWindow", "目的地："))
10 self.label_4.setText(_translate("MainWindow", "出发日："))
11 self.pushButton.setText(_translate("MainWindow", "查询"))
```

（5）导入 sys 模块，然后在代码块的最外层创建 show_MainWindow()方法，该方法用于显示窗体。关键代码如下：

```
01 def show_MainWindow():
02     app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)     # 实例化 QApplication 类，作为 GUI 主程序入口
03     MainWindow = QtWidgets.QMainWindow()       # 创建 MainWindow
04     ui = Ui_MainWindow()                       # 实例 UI 类
05     ui.setupUi(MainWindow)                     # 设置窗体 UI
06     MainWindow.show()                          # 显示窗体
07     sys.exit(app.exec_())                      # 当窗口创建完成，需要结束主循环过程
```

说明

sys 是 Python 自带模块，该模块提供了一系列有关 Python 运行环境的变量和函数。sys 模块的常见用法与含义如表 17.7 所示。

表 17.7　sys 模块的常见用法

常 见 用 法	描　　述
sys.argv	该方法用于获取当前正在执行的命令行参数的参数列表
sys.path	该方法用于获取指定模块路径的字符串集合
sys.exit()	该方法用于退出程序，当参数非 0 时，会引发一个 SystemExit 异常，从而可以在主程序中捕获该异常
sys.platform	该方法用于获取当前系统平台
sys.modules	该方法是用于加载模块的字典，每当程序员导入新的模块，sys.modules 将自动记录该模块。当相同模块第二次导入时 Python 将从该字典中进行查询，从而加快程序的运行速度
sys.getdefaultencoding()	该方法用于获取当前系统编码方式

（6）在代码块的最外层模拟 Python 的程序入口，然后调用显示窗体的 show_MainWindow()方法。关键代码如下：

```
01  if __name__ == "__main__":
02      show_MainWindow()
```

在该文件右键菜单中选择 Run window 命令，将显示如图 17.31 所示的快手查票的主窗体界面。



图 17.31　快手查票主窗体界面

17.4.4　分析网页请求参数



既然是爬票，那么一定需要一个爬取的对象，本节实战将通过 12306 中国铁路客户服务中心所提供



的查票请求地址来获取火车票的相关信息。在发送请求时，地址中需要填写必要的参数，否则后台将无法返回前台所需要的正确信息，所以首先需要分析网页请求参数，具体步骤如下。

（1）使用火狐浏览器打开 12306 官方网站（http://www.12306.cn/mormhweb/），单击右侧导航栏中的余票查询，然后输入出发地与目的地，出发日默认即可。按快捷键 Ctrl + Shift + E 打开网络监视器，然后单击网页中的“查询”按钮，在网络监视器中将显示查询按钮所对应的网络请求，如图 17.32 所示。



图 17.32　获取网络请求

（2）单击网络请求将显示请求细节的窗口，在该窗口中默认会显示消息头的相关数据，此处可以获取完整的请求地址，如图 17.33 所示。



图 17.33　获取完整的请求地址

注意

随着 12306 官方网站的更新，请求地址会发生改变，要以当时获取的地址为准。

（3）在请求地址的上方选择参数选项，将显示该请求地址中的必要参数，如图 17.34 所示。

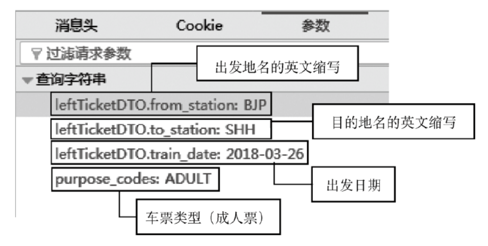


图 17.34　请求地址中的必要参数

17.4.5　下载站名文件



得到了请求地址与请求参数后，可以发现请求参数中的出发地与目的地均为车站名的英文缩写。而这个英文缩写的字母是通过输入中文车站名转换而来的，所以需要在网页中仔细查找是否有将车站名自动转换为英文缩写的请求信息，具体步骤如下。

（1）关闭并重新打开网络监视器，然后按快捷键 F5 进行余票查询网页的刷新，此时在网络监视器中选择类型为js的网络请求。在文件类型中仔细分析文件内容是否有，与车站名相关的信息如图17.35所示。

查看器　控制台　调试器　{} 样式编辑器　性能　内存　网络　存储

所有　HTML　CSS　JS　XHR　字体　图像　媒体　WS　其他　持续日志　禁用缓存　过滤 URL

❶ 选择类型为js的网络请求

❷ 找到与地名相关的网络请求

状态	方法	文件				传输	大小	0 毫秒
304	GET	common_js.js?scriptVersion=1.9080				已缓存	322.05 KB	89 ms
304	GET	WdatePicker.js	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	8.77 KB	285 ms
304	GET	data.jcokies.js	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	0 字节	148 ms
304	GET	queryLeftTicket_js.js?scriptVersion...	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	0 字节	169 ms
304	GET	jquery.bgiframe.mi.js	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	0 字节	910 ms
200	GET	qpebrsa	kyfw...				0 字节	195 ms
304	GET	new.js	kyfw...				0 字节	168 ms
304	GET	station_name.js?station_version=1....	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	0 字节	178 ms
304	GET	favorite_name.js	kyfw.12306.cn	script	js	已缓存	653 字节	183 ms

图 17.35　找到与车站名相关的信息



说明

在分析信息位置时，可以想到查询按钮仅实现了发送查票的网络请求，而并没有发现将文字转换为车站名缩写的相关处理，此时可以判断在进入余票查询页面时就已经得到了将车站名转换为英文缩写的相关信息，所以可以试图刷新页面查看网络监视器中的网络请求。

（2）选中与车站名相关的网络请求，在请求细节中找到该请求的完整地址。然后在网页中打开该地址测试返回数据，如图 17.36 所示。

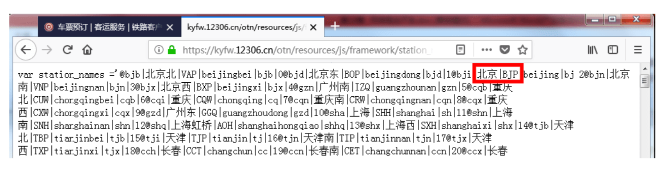


图 17.36　返回车站名英文缩写信息



说明

看到返回的车站名信息，此时可以确认根据该信息将车站名汉字与对应的英文缩写进行转换。例如，北京对应的是 BJP，可以在该条信息中找到。由于该条信息并没有自动转换的功能，所以需要将该信息以文件的方式保存在项目中。当需要转换时，在文件中查找对应的英文缩写即可。

（3）打开 PyCharm 开发工具，在 check tickets 目录的右键菜单中选择 New → Python File 命令，创建一个名称为 get_stations.py 的文件，然后在菜单栏中选择 File → Default Settings 菜单项，再参考 17.4.2 节中的步骤（4）与步骤（5）安装 requests 模块即可。

（4）在 get_stations.py 文件中分别导入 requests、re 以及 os 模块，然后创建 getStation()方法，该方法用于发送获取地址信息的网络请求，并将返回的数据转换为需要的类型。关键代码如下：

```
01  def getStation():
02      # 发送请求获取所有车站名称，通过输入的站名称转换为查询地址的参数
03      url = 'https://kyfw.12306.cn/otn/resources/js/framework/
    station_name.js?station_version=1.9050'
04      response = requests.get(url, verify=True)  # 请求并进行验证
05      # 获取需要的车站名称
06      stations = re.findall(u'([\u4e00-\u9fa5]+)\|([A-Z]+)', response.text)
07      stations = dict((stations))                 # 转换为字典类型
08      stations = str(stations)                    # 转换为字符串类型，否则无法写入文件
09      write(stations)                             # 调用写入方法
```



说明

requests 模块为第三方模块，该模块主要用于处理网络请求。re 模块为 python 自带模块主要用于通过正则表达式匹配处理相应的字符串。os 模块为 python 自带模块主要用于判断某个路径下的某个文件。

注意

随着 12306 官方网站的更新，请求地址会发生改变，要以当时获取的地址为准。

（5）分别创建 write()、read()以及 isStations()方法，分别用于写入文件、读取文件以及判断车站文件是否存在，代码如下：

```
01  def write(stations):
02      file = open('stations.text', 'w', encoding='utf_8_sig')   # 以写模式打开文件
03      file.write(stations)                                         # 写入文件
04      file.close()
05  def read():
06      file = open('stations.text', 'r', encoding='utf_8_sig')   # 以写模式打开文件
07      data = file.readline()                                       # 读取文件
08      file.close()
09      return data
10  def isStations():
11      isStations = os.path.exists('stations.text')                # 判断车站文件是否存在
12      return isStations
```

（6）打开 window.py 文件，首先导入 get_stations 文件下的所有方法，然后在模拟 Python 的程序入口处修改代码。首先判断是否有所有车站信息的文件，如果没有该文件，就下载车站信息的文件，然后显示窗体，如果有，将直接显示窗体。修改后代码如下：

```
01  from get_stations import *          #导入 get_stations 文件下的所有方法
02
03  if __name__ == "__main__":
04      if isStations() == False:       # 判断是否有所有车站的文件，没有就下载，有就直接显示窗体
05          getStation()                # 下载所有车站文件
06          show_MainWindow()           # 调用显示窗体的方法
07      else:
08          show_MainWindow()           # 调用显示窗体的方法
```

（7）在 window.py 文件右键菜单中选择 Run window 命令，运行主窗体，主窗体界面显示后在 check tickets 目录下将自动下载 stations.text 文件，如图 17.37 所示，通过该文件可以实现车站名称与对应的英文缩写的转换。

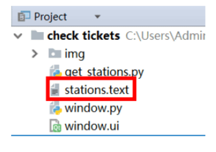


图 17.37　下载 stations.text 文件



17.4.6　车票信息的请求与显示



1. 发送与分析车票信息的查询请求

得到了获取车票信息的网络请求地址，然后又分析出请求地址的必要参数以及车站名称转换的文件。接下来就需要将主窗体中输入的出发地、目的地以及出发日 3 个重要的参数配置到查票的请求地址中，然后分析并接收所查询车票的对应信息。具体步骤如下。

（1）在浏览器中打开 17.4.4 节步骤（2）中的查询请求地址，然后在浏览器中以 json 的方式返回车票的查询信息，如图 17.38 所示。

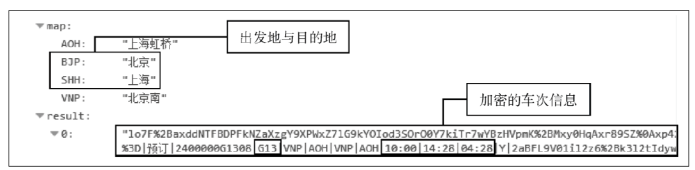


图 17.38　返回加密的车票信息

说明

在看到加密信息后先分析数据中是否含有可用的信息，例如，网页中的预订、时间、车次。可以看到图 17.38 中的加密信息内含有 G13 的字样，以及时间信息。然后对照浏览器中余票查询的页面，查找对应车次信息，如图 17.39 所示。此时可以判断返回的 json 信息确实含有可用数据。

车次	出发站 到达站	出发时间 到达时间	历时
G13	始 北京南 终 上海虹桥	10:00 14:28	04:28 当日到达

图 17.39　对照可用数据

（2）发现可用数据后，在项目中创建 query_request.py 文件，在该文件中首先导入 get_stations 文件下的所有方法，然后分别创建名称为 data 与 type_data 的列表（list），分别用于保存整理好的车次信息与分类后的车次信息。代码如下：

```
01    from get_stations import *
02
03    data = []   # 用于保存整理好的车次信息
04    type_data = []   # 保存分类后车次信息
```



从返回的加密信息中可以看出信息很乱，所以需要创建 data = []列表（list）来保存后期整理好的车次信息，然后需要将车次分类，如高铁、动车等，所以需要创建 type_data = []列表（list）来保存分类后的车次信息。

（3）创建 query()方法，在调用该方法时需要 3 个参数，分别为出发日期、出发地以及目的地。然后创建查询请求的完整地址并通过 format()方法为地址进行格式化。再将返回的 json 数据转换为字典类型，最后通过字典类型键值的方法取出对应的数据并进行整理与分类。代码如下：

```
01    def query(date, from_station, to_station):
02        data.clear()  # 清空数据
03        # 查询请求地址
04        url = 'https://kyfw.12306.cn/otn/leftTicket/queryO?
leftTicketDTO.train_date={}&leftTicketDTO.from_station={}&
leftTicketDTO.to_station={}&purpose_codes=ADULT'.format(
          date, from_station, to_station)
05        # 发送查询请求
06        response = requests.get(url)
07        # 将 json 数据转换为字典类型，通过键值对取数据
08        result = response.json()
09        result = result['data']['result']
10        # 判断车站文件是否存在
11        if isStations() == True:
12            stations = eval(read())      # 读取所有车站并转换为 dic 类型
13            if len(result) != 0:         # 判断返回数据是否为空
14                for i in result:
15                    # 分割数据并添加到列表中
16                    tmp_list = i.split('|')
17                    # 因为查询结果中出发站和到达站为站名的缩写字母，
18                    # 所以需要在车站库中找到对应的车站名称
19                    from_station =
                list(stations.keys())[list(stations.values()).index(tmp_list[6])]
20                    to_station =
 list(stations.keys())[list(stations.values()).index(tmp_list[7])]
21                    # 创建座位数组，由于返回的座位数据中含有空，即“”，所以将空改成“--”，这样好识别
22                    seat = [tmp_list[3], from_station, to_station, tmp_list[8],
tmp_list[9], tmp_list[10], tmp_list[32], tmp_list[31],
tmp_list[30], tmp_list[21], tmp_list[23], tmp_list[33],
tmp_list[28], tmp_list[24], tmp_list[29], tmp_list[26]]
23                    newSeat = []
24                    # 循环将座位信息中的空，即“”，改成“--”，这样好识别
25                    for s in seat:
```

```
26                    if s == "":
27                        s = "--"
28                    else:
29                        s = s
30                    newSeat.append(s)     # 保存新的座位信息
31                data.append(newSeat)
32        return data                       # 返回整理好的车次信息
```

说明

由于返回的 json 信息顺序比较乱，所以在获取指定的数据时只能通过 tmp_list 分割后的列表中将数据与浏览器余票查询页面中的数据逐个对比才能找出数据所对应的位置。通过对比后找到的数据位置如下：

```
01  '''5-7 目的地  3 车次  6 出发地  8 出发时间  9 到达时间  10 历时  26 无坐  29 硬座
02     24 软座  28 硬卧  33 动卧  23 软卧  21 高级软卧  30 二等座  31 一等座  32 商务座特等座
03  '''
```

数字为数据分割后 tmp_list 的索引值。

（4）依次创建获取高铁信息、移除高铁信息、获取动车、移除动车、获取直达、移除直达、获取特快、移除特快、获取快速以及移除快速的方法。以上方法用于车次分类数据的处理，代码如下：

```
01  # 获取高铁信息的方法
02  def g_vehicle():
03      if len(data) != 0:
04          for g in data:                  # 循环所有火车数据
05              i = g[0].startswith('G')    # 判断车次首字母是不是高铁
06              if i:                       # 如果是，将该条信息添加到高铁数据中
07                  type_data.append(g)
08  # 移除高铁信息的方法
09  def r_g_vehicle():
10      if len(data) != 0:
11          for g in data:
12              i = g[0].startswith('G')
13              if i:                       # 移除高铁信息
14                  type_data.remove(g)
15  # 获取动车信息的方法
16  def d_vehicle():
17      if len(data) != 0:
18          for d in data:                  # 循环所有火车数据
19              i = d[0].startswith('D')    # 判断车次首字母是不是动车
20              if i == True:               # 如果是，将该条信息添加到动车数据中
21                  type_data.append(d)
```

```
22  # 移除动车信息的方法
23  def r_d_vehicle():
24      if len(data) != 0:
25          for d in data:
26              i = d[0].startswith('D')
27              if i == True:    #移除动车信息
28                  type_data.remove(d)
29
30  '''由于代码几乎相同，此处省略部分代码可在源码中进行查询
31     省略.........
32  '''
33
34  # 获取快速车数据的方法
35  def k_vehicle():
36      if len(data) != 0:
37          for k in data:                        # 循环所有火车数据
38              i = k[0].startswith('K')          # 判断车次首字母是不是快车
39              if i == True:                     # 如果是，将该条信息添加到快车数据中
40                  type_data.append(k)
41  # 移除快速车数据的方法
42  def r_k_vehicle():
43      if len(data) != 0:
44          for k in data:
45              i = k[0].startswith('K')
46              if i == True:                     # 移除快车信息
47                  type_data.remove(k)
```

2. 主窗体中显示查票信息

完成了车票信息查询请求的文件后，接下来需要将获取的车票信息显示在快手爬票的主窗体当中。具体实现步骤如下。

（1）打开 window.py 文件，导入 PyQt5.QtCore 模块中的 Qt 类，然后导入 PyQt5.QtWidgets 与 PyQt5.QtGui 模块下的所有方法，再导入 query_request 文件中的所有方法即可。代码如下：

```
01  from PyQt5.QtCore import Qt                  # 导入 Qt 类
02  from PyQt5.QtWidgets import *                # 导入对应模块的所有方法
03  from query_request import *
04  from PyQt5.QtGui import *
```

（2）在 setupUi()方法中找到用于显示车票信息的 tableView 表格控件。然后为该控件设置相关属性，关键代码如下：

```
01  # 显示车次信息的列表
02  self.tableView = QtWidgets.QTableView(self.centralwidget)
```



```
03    self.tableView.setGeometry(QtCore.QRect(0, 320, 960, 440))
04    self.tableView.setObjectName("tableView")
05    self.model = QStandardItemModel();   # 创建存储数据的模式
06    # 根据空间自动改变列宽度并且不可修改列宽度
07    self.tableView.horizontalHeader().setSectionResizeMode(QHeaderView.Stretch)
08    # 设置横向表头不可见
09    self.tableView.horizontalHeader().setVisible(False)
10    # 设置纵向表头不可见
11    self.tableView.verticalHeader().setVisible(False)
12    # 设置表格内容文字大小
13    font = QtGui.QFont()
14    font.setPointSize(10)
15    self.tableView.setFont(font)
16    # 设置表格内容不可编辑
17    self.tableView.setEditTriggers(QAbstractItemView.NoEditTriggers)
18    # 垂直滚动条始终开启
19    self.tableView.setVerticalScrollBarPolicy(Qt.ScrollBarAlwaysOn)
```

（3）导入 time 模块，该模块提供了用于处理时间的各种方法。然后在代码块的最外层创建 get_time()方法用于获取系统的当前日期，再创建 is_valid_date()方法用于判断输入的日期是否是一个有效的日期字符串，代码如下：

```
01    import time
02
03    # 获取系统当前时间并转换请求数据所需要的格式
04    def get_time():
05        # 获得当前时间的时间戳
06        now = int(time.time())
07        # 转换为其他日期格式，如"%Y-%m-%d %H:%M:%S"
08        timeStruct = time.localtime(now)
09        strTime = time.strftime("%Y-%m-%d", timeStruct)
10        return strTime
11
12    def is_valid_date(str):
13        '''判断是否是一个有效的日期字符串'''
14        try:
15            time.strptime(str, "%Y-%m-%d")
16            return True
17        except:
18            return False
```

（4）依次创建 change_G()、change_D()、change_Z()、change_T()、change_K()方法，以上方法均为车次分类复选框的事件处理，由于代码几乎相同，此处提供关键代码如下：

```
01  # 高铁复选框事件处理
02  def change_G(self, state):
03      # 选中将高铁信息添加到最后要显示的数据当中
04      if state == QtCore.Qt.Checked:
05          # 获取高铁信息
06          g_vehicle()
07          # 通过表格显示该车型数据
08          self.displayTable(len(type_data), 16, type_data)
09      else:
10          # 取消选中状态将移除该数据
11          r_g_vehicle()
12          self.displayTable(len(type_data), 16, type_data)
```

（5）创建 messageDialog()方法，该方法用于显示主窗体非法操作的消息提示框。然后创建 displayTable()方法，该方法用于显示车次信息的表格与内容。代码如下：

```
01  # 显示消息提示框，参数 title 为提示框标题文字，message 为提示信息
02  def messageDialog(self, title, message):
03      msg_box = QMessageBox(QMessageBox.Warning, title, message)
04      msg_box.exec_()
05  # 显示车次信息的表格
06  # train 参数为共有多少趟列车，该参数作为表格的行
07  # info 参数为每趟列车的具体信息，例如有座、无座卧铺等。该参数作为表格的列
08  def displayTable(self, train, info, data):
09      self.model.clear()
10      for row in range(train):
11          for column in range(info):
12              # 添加表格内容
13              item = QStandardItem(data[row][column])
14              # 向表格存储模式中添加表格具体信息
15              self.model.setItem(row, column, item)
16      # 设置表格存储数据的模式
17      self.tableView.setModel(self.model)
```

（6）创建 on_click()方法，该方法是查询按钮的单击事件。在该方法中首先需要获取出发地、目的地与出发日期 3 个编辑框的输入内容，然后对 3 个编辑框中输入的内容进行合法检测，符合规范后调用 query()方法提交车票查询的请求并且将返回的数据赋值给 data，最后通过调用 displayTable()方法实现在表格中显示车票查询的全部信息。代码如下：

```
01  # 查询按钮的单击事件
02  def on_click(self):
03      get_from = self.textEdit.toPlainText()        # 获取出发地
04      get_to = self.textEdit_2.toPlainText()        # 获取到达地
05      get_date = self.textEdit_3.toPlainText()      # 获取出发时间
06      # 判断车站文件是否存在
07      if isStations() == True:
```

```
08                stations = eval(read())   # 读取所有车站并转换为 dic 类型
09                # 判断所有参数是否为空，出发地、目的地、出发日期
10                if get_from != "" and get_to != "" and get_date != "":
11                    # 判断输入的车站名称是否存在，以及时间格式是否正确
12                    if get_from in stations and get_to in stations and is_valid_date(get_date):
13                        # 获取输入的日期是当前年初到现在一共过了多少天
14                        inputYearDay = time.strptime(get_date, "%Y-%m-%d").tm_yday
15                        # 获取系统当前日期是当前年初到现在一共过了多少天
16                        yearToday = time.localtime(time.time()).tm_yday
17                        # 计算时间差，也就是输入的日期减掉系统当前的日期
18                        timeDifference = inputYearDay - yearToday
19                        # 判断时间差为 0 时证明是查询当前的查票，
20                        # 以及 29 天以后的车票。12306 官方要求只能查询 30 天以内的车票
21                        if timeDifference >= 0 and timeDifference <= 28:
22                            # 在所有车站文件中找到对应的参数，出发地英文缩写
23                            from_station = stations[get_from]
24                            to_station = stations[get_to]   # 目的地
25                            # 发送查询请求,并获取返回的信息
26                            data = query(get_date, from_station, to_station)
27                            if len(data) != 0:   # 判断返回的数据是否为空
28                                # 如果不是空的数据就将车票信息显示在表格中
29                                self.displayTable(len(data), 16, data)
30                            else:
31                                self.messageDialog('警告', '没有返回的网络数据！')
32                        else:
33                            self.messageDialog('警告', '超出查询日期的范围内,'
                                               '不可查询昨天的车票信息,以及 29 天以后的车票信息！')
34                    else:
35                        self.messageDialog('警告', '输入的站名不存在,或日期格式不正确！')
36                else:
37                    self.messageDialog('警告', '请填写车站名称！')
38            else:
39                self.messageDialog('警告', '未下载车站查询文件！')
```

（7）在 retranslateUi()方法中，首先设置在出发日的编辑框中显示系统的当前日期，然后设置查询按钮的单击事件，最后分别设置高铁、动车、直达、特快以及快车复选框选中与取消事件。关键代码如下：

```
01  self.textEdit_3.setText(get_time())                         # 出发日显示当天日期
02  self.pushButton.clicked.connect(self.on_click)              # 查询按钮指定单击事件的方法
03  self.checkBox_G.stateChanged.connect(self.change_G)         # 高铁选中与取消事件
04  self.checkBox_D.stateChanged.connect(self.change_D)         # 动车选中与取消事件
05  self.checkBox_Z.stateChanged.connect(self.change_Z)         # 直达车选中与取消事件
06  self.checkBox_T.stateChanged.connect(self.change_T)         # 特快车选中与取消事件
07  self.checkBox_K.stateChanged.connect(self.change_K)         # 快车选中与取消事件
```

（8）在 window.py 文件右键菜单中选择 Run window 命令，运行主窗体，然后输入符合规范的出发地、目的地与出发日期，单击“查询”按钮，显示查询的查票信息如图 17.40 所示。



图 17.40　显示查询的查票信息

17.5　小　　结

本章主要介绍了什么是网络爬虫以及网络爬虫的分类与基本原理，然后介绍了网路爬虫的常用技术，例如，如何进行网络请求、headers 头部处理、网络超时、代理服务以及解析 HTML 的常用模块。

在编写网络爬虫时，可以使用多种第三方模块库进行网络数据的爬取。在进行大型网站或网络数据的获取时，可以使用第三方开源的爬虫框架，这样可以通过框架中原有的接口实现自己需要的功能。最后通过实战项目“快手爬票”，详细地介绍了爬取网络信息的具体步骤。通过学习本章内容，读者可以对 Python 网络爬虫进行一定的了解，以及网络爬虫的初步使用，为今后网络爬虫的项目开发打下良好的基础。



第 18 章

使用进程和线程

（视频讲解：95 分钟）

为了实现在同一时间运行多个任务，Python 引入了多线程的概念。在 Python 中可以通过方便、快捷的方式启动多线程模式。多线程常被应用在符合并发机制的程序中，如网络程序等。为了再进一步将工作任务细分，在一个进程内可以使用多个线程。本章将结合实例由浅入深地向读者介绍在 Python 中如何创建并使用多线程和多进程。

通过阅读本章，您可以：

- 了解什么是进程和线程
- 掌握创建进程的 3 种常用方式
- 了解什么是队列
- 掌握如何使用多进程队列
- 掌握使用队列在进程间通信的方法
- 掌握如何创建线程
- 了解什么是互斥锁
- 掌握使用互斥锁的方法
- 掌握如何使用队列在线程间通信

18.1 什么是进程



在了解进程之前，我们需要知道多任务的概念。多任务，顾名思义，就是指操作系统能够执行多个任务。例如，使用 Windows 或 Linux 操作系统可以同时看电影、聊天、查看网页等，此时，操作系统就是在执行多任务，而每个任务就是一个进程。我们可以打开 Windows 的任务管理器，查看一下操作系统正在执行的进程，如图 18.1 所示。图 18.1 中显示的进程不仅包括应用程序（如 QQ、谷歌浏览器等），还包括系统进程。

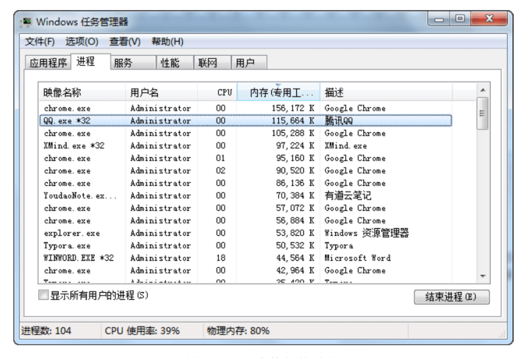


图 18.1　正在执行的进程

进程（Process）是计算机中已运行程序的实体。进程与程序不同，程序本身只是指令、数据及其组织形式的描述，进程才是程序（那些指令和数据）的真正运行实例。例如，在没有打开 QQ 时，QQ 只是程序。打开 QQ 后，操作系统就为 QQ 开启了一个进程。再打开一个 QQ，则又开启了一个进程，如图 18.2 所示。



图 18.2　开启多个进程



18.2　创建进程的常用方式

在 Python 中有多个模块可以创建进程，比较常用的有 os.fork()函数、multiprocessing 模块和 Pool 进程池。由于 os.fork()函数只适合在 UNIX/Linux/Mac 系统上运行，在 Windows 操作系统中不可用，所以本章重点介绍 multiprocessing 模块和 Pool 进程池这两个跨平台模块。

18.2.1　使用 multiprocessing 模块创建进程



multiprocessing 模块提供了一个 Process 类来代表一个进程对象，语法如下：

```
Process([group [, target [, name [, args [, kwargs]]]]])
```

Process 类的参数说明如下：

- ☑ group：参数未使用，值始终为 None。
- ☑ target：表示当前进程启动时执行的可调用对象。
- ☑ name：为当前进程实例的别名。
- ☑ args：表示传递给 target 函数的参数元组。
- ☑ kwargs：表示传递给 target 函数的参数字典。

例如，实例化 Process 类，执行子进程，代码如下：

```
01  from multiprocessing import Process        # 导入模块
02
03  # 执行子进程代码
04  def test(interval):
05      print('我是子进程')
06  # 执行主程序
07  def main():
08      print('主进程开始')
09      p = Process(target=test,args=(1,))     # 实例化 Process 进程类
10      p.start()                              # 启动子进程
11      print('主进程结束')
12
13  if __name__ == '__main__':
14      main()
```

运行结果如下所示。

```
主进程开始
主进程结束
我是子进程
```

注意

由于 IDLE 自身问题，运行上述代码时，不会输出子进程内容，所以使用命令行方式运行 Python 代码，即在文件目录下用“python＋ 文件名”方式，如图 18.3 所示。

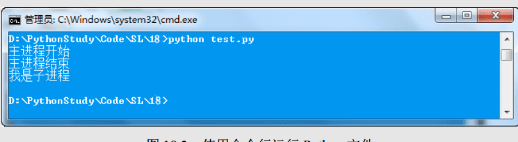


图 18.3　使用命令行运行 Python 文件

上述代码中，先实例化 Process 类，然后使用 p.start()方法启动子进程，开始执行 test()函数。Process 的实例 p 常用的方法除 start()外，还有如下常用方法：

☑ is_alive()：判断进程实例是否还在执行；
☑ join([timeout])：是否等待进程实例执行结束，或等待多少秒；
☑ start()：启动进程实例（创建子进程）；
☑ run()：如果没有给定 target 参数，对这个对象调用 start()方法时，就将执行对象中的 run()方法；
☑ terminate()：不管任务是否完成，立即终止。

Process 类还有如下常用属性：

☑ name：当前进程实例别名，默认为 Process-N，N 为从 1 开始递增的整数；
☑ pid：当前进程实例的 PID 值。

【例 18.1】 创建两个子进程，并记录子进程运行时间。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\01**）

结合 Process 类的方法和属性，创建两个子进程。分别使用 os 模块和 time 模块输出父进程和子进程的 ID 以及子进程的时间，并调用 Process 类的 name 和 pid 属性，具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  from multiprocessing import Process
03  import time
04  import os
05
06  # 两个子进程将会调用的两个方法
07  def  child_1(interval):
08      print("子进程（%s）开始执行，父进程为（%s）" % (os.getpid(), os.getppid()))
09      t_start = time.time()           # 计时开始
10      time.sleep(interval)            # 程序将会被挂起 interval 秒
11      t_end = time.time()             # 计时结束
12      print("子进程（%s）执行时间为'%0.2f'秒"%(os.getpid(),t_end - t_start))
13
```

```
14  def   child_2(interval):
15        print("子进程（%s）开始执行，父进程为（%s）" % (os.getpid(), os.getppid()))
16        t_start = time.time()   # 计时开始
17        time.sleep(interval)   # 程序将会被挂起 interval 秒
18        t_end = time.time()    # 计时结束
19        print("子进程（%s）执行时间为'%0.2f'秒"%(os.getpid(),t_end - t_start))
20
21  if __name__ == '__main__':
22        print("------父进程开始执行-------")
23        print("父进程 PID：%s" % os.getpid())                          # 输出当前程序的 ID
24        p1=Process(target=child_1,args=(1,))                          # 实例化进程 p1
25        p2=Process(target=child_2,name="mrsoft",args=(2,))            # 实例化进程 p2
26        p1.start()                                                    # 启动进程 p1
27        p2.start()                                                    # 启动进程 p2
28        # 同时父进程仍然往下执行，如果 p2 进程还在执行，将会返回 True
29        print("p1.is_alive=%s"%p1.is_alive())
30        print("p2.is_alive=%s"%p2.is_alive())
31        # 输出 p1 和 p2 进程的别名和 PID
32        print("p1.name=%s"%p1.name)
33        print("p1.pid=%s"%p1.pid)
34        print("p2.name=%s"%p2.name)
35        print("p2.pid=%s"%p2.pid)
36        print("------等待子进程-------")
37        p1.join()                                                     # 等待 p1 进程结束
38        p2.join()                                                     # 等待 p2 进程结束
39        print("------父进程执行结束-------")
```

上述代码中，第一次实例化 Process 类时，会为 name 属性默认赋值为 Process-1，第二次则默认为 Process-2，但是由于在实例化进程 p2 时设置了 name 属性为 mrsoft，所以 p2.name 的值为 mrsoft，而不是 Process-2。程序运行流程示意图如图 18.4 所示，运行结果如图 18.5 所示。

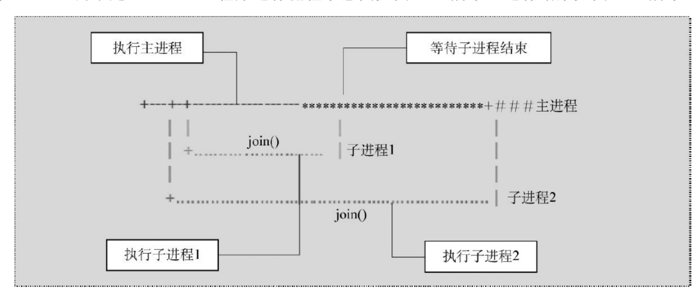


图 18.4　运行流程示意图

```
D:\PythonStudy\Code\SL\18\01>python 01.py
------父进程开始执行-------
父进程PID: 9376
p1.is_alive=True
p2.is_alive=True
p1.name=Process-1
p1.pid=8788
p2.name=mrsoft
p2.pid=9728
------等待子进程-------
子进程（9728）开始执行，父进程为（9376）
子进程（8788）开始执行，父进程为（9376）
子进程（8788）执行时间为'1.00'秒
子进程（9728）执行时间为'2.00'秒
------父进程执行结束-------

D:\PythonStudy\Code\SL\18\01>
```

图 18.5　创建两个子进程

注意

读者运行时进程的 PID 值会与图 18.5 不同。

18.2.2　使用 Process 子类创建进程



对于一些简单的小任务，通常使用 Process(target=test)方式实现多进程。但是如果要处理复杂任务的进程，通常定义一个类，使其继承 Process 类，每次实例化这个类的时候，就等同于实例化一个进程对象。下面通过一个实例来学习一下如何通过使用 Process 子类创建多个进程。

【例 18.2】 使用 Process 子类创建两个子进程，并记录子进程运行时间。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\02**）

仿照实例 18.1，使用 Process 子类方式创建两个子进程，分别输出父、子进程的 PID，以及每个子进程的状态和运行时间，具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  from multiprocessing import Process
03  import time
04  import os
05
06  # 继承 Process 类
07  class SubProcess(Process):
08      # 由于 Process 类本身也有__init__()初始化方法，这个子类相当于重写了父类的这个方法
09      def __init__(self,interval,name=''):
10          Process.__init__(self)              # 调用 Process 父类的初始化方法
11          self.interval = interval            # 接收参数 interval
12          if name:                            # 判断传递的参数 name 是否存在
13              self.name = name                # 如果传递参数 name，则为子进程创建 name 属性，否则使用默认属性
14      # 重写了 Process 类的 run()方法
15      def run(self):
```

```
16          print("子进程(%s) 开始执行，父进程为（%s）"%(os.getpid(),os.getppid()))
17          t_start = time.time()
18          time.sleep(self.interval)
19          t_stop = time.time()
20          print("子进程(%s)执行结束，耗时%0.2f 秒"%(os.getpid(),t_stop-t_start))
21
22  if __name__=="__main__":
23      print("------父进程开始执行-------")
24      print("父进程 PID：%s" % os.getpid())                  # 输出当前程序的 ID
25      p1 = SubProcess(interval=1,name='mrsoft')
26      p2 = SubProcess(interval=2)
27      # 对一个不包含 target 属性的 Process 类执行 start()方法，就会运行这个类中的 run()方法，
28      # 所以这里会执行 p1.run()
29      p1.start()                                           # 启动进程 p1
30      p2.start()                                           # 启动进程 p2
31      # 输出 p1 和 p2 进程的执行状态，如果真正进行，返回 True，否则返回 False
32      print("p1.is_alive=%s"%p1.is_alive())
33      print("p2.is_alive=%s"%p2.is_alive())
34      # 输出 p1 和 p2 进程的别名和 PID
35      print("p1.name=%s"%p1.name)
36      print("p1.pid=%s"%p1.pid)
37      print("p2.name=%s"%p2.name)
38      print("p2.pid=%s"%p2.pid)
39      print("------等待子进程-------")
40      p1.join()                                            # 等待 p1 进程结束
41      p2.join()                                            # 等待 p2 进程结束
42      print("------父进程执行结束-------")
```

上述代码中定义了一个 SubProcess 子类，继承 multiprocess.Process 父类。SubProcess 子类中定义了两个方法：__init__()初始化方法和 run()方法。在__init()__初始化方法中，调用 multiprocess.Process 父类的__init__()初始化方法，否则父类初始化方法会被覆盖，无法开启进程。此外，在 SubProcess 子类中并没有定义 start()方法，但在主进程中却调用了 start()方法，此时就会自动执行 SubPorcess 类的 run()方法。实例 18.2 的运行结果如图 18.6 所示。

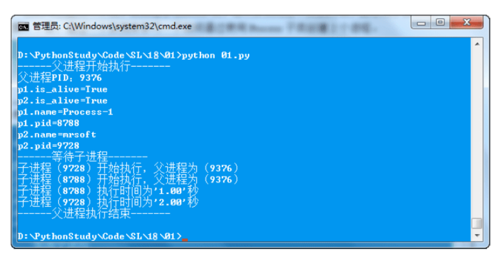


图 18.6　使用 Process 子类创建进程

18.2.3　使用进程池 Pool 创建进程



在实例 18.1 和实例 18.2 中，我们使用 Process 类创建了两个进程。如果要创建几十个或者上百个进程，则需要实例化更多个 Process 类。有没有更好的创建进程的方式解决这类问题呢？答案就是使用 multiprocessing 模块提供的 Pool 类，即 Pool 进程池。

为了更好地理解进程池，可以将进程池比作水池，如图 18.7 所示。我们需要完成放满 10 个水盆的水的任务，而在这个水池中，最多可以安放 3 个水盆接水，也就是同时可以执行 3 个任务，即开启 3 个进程。为更快完成任务，现在打开 3 个水龙头开始放水，当有一个水盆的水接满时，即该进程完成 1 个任务，我们就将这个水盆的水倒入水桶中，然后继续接水，即执行下一个任务。如果 3 个水盆每次同时装满水，那么在放满第 9 盆水后，系统会随机分配 1 个水盆接水，另外 2 个水盆空闲。



图 18.7　进程池示意图

接下来了解一下 Pool 类的常用方法。常用方法及说明如下：

☑ apply_async(func[, args[, kwds]])：使用非阻塞方式调用 func 函数（并行执行，堵塞方式必须等待上一个进程退出才能执行下一个进程），args 为传递给 func 的参数列表，kwds 为传递给 func 的关键字参数列表。
☑ apply(func[, args[, kwds]])：使用阻塞方式调用 func 函数。
☑ close()：关闭 Pool，使其不再接受新的任务。
☑ terminate()：不管任务是否完成，立即终止。
☑ join()：主进程阻塞，等待子进程的退出，必须在 close 或 terminate 之后使用。

在上面的方法中提到 apply_async()使用非阻塞方式调用函数，而 apply()使用阻塞方式调用函数。那么什么是阻塞和非阻塞呢？在图 18.8 中，分别使用阻塞方式和非阻塞方式执行 3 个任务。如果使用阻塞方式，必须等待上一个进程退出才能执行下一个进程，而使用非阻塞方式，则可以并行执行 3 个进程。



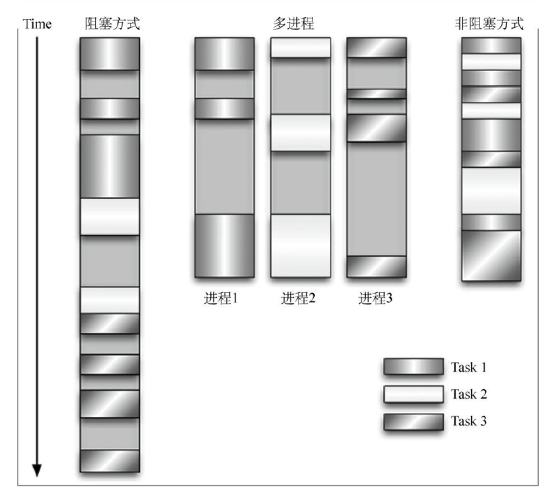


图 18.8　阻塞与非阻塞示例图

下面通过一个实例学习一下如何使用进程池创建多进程。

【例 18.3】 使用 Process 子类创建两个子进程。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\03**）

模拟水池放水的场景，定义一个进程池，设置最大进程数为 3。然后使用非阻塞方式执行 10 个任务，查看每个进程执行的任务。具体代码如下：

```
01  # -*- coding=utf-8 -*-
02  from multiprocessing import Pool
03  import os, time
04
05  def task(name):
06      print('子进程（%s）执行 task %s ...' % ( os.getpid() ,name))
07      time.sleep(1)                        # 休眠 1 秒
08
09  if __name__=='__main__':
10      print('父进程（%s）.' % os.getpid())
11      p = Pool(3)                          # 定义一个进程池，最大进程数 3
12      for i in range(10):                  # 从 0 开始循环 10 次
13          p.apply_async(task, args=(i,))   # 使用非阻塞方式调用 task()函数
```

```
14         print('等待所有子进程结束...')
15         p.close()                          # 关闭进程池，关闭后 p 不再接收新的请求
16         p.join()                           # 等待子进程结束
17         print('所有子进程结束.')
```

运行结果如图 18.9 所示，从图 18.9 可以看出 PID 为 11444 的子进程执行了 4 个任务，而其余两个子进程分别执行了 3 个任务。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\PythonStudy\Code\SL\18\03>python process_pool.py
父进程（1736）.
等待所有子进程结束...
子进程（11444）执行task 0 ...
子进程（10512）执行task 1 ...
子进程（10268）执行task 2 ...
子进程（11444）执行task 3 ...
子进程（10512）执行task 4 ...
子进程（10268）执行task 5 ...
子进程（11444）执行task 6 ...
子进程（10512）执行task 7 ...
子进程（10268）执行task 8 ...
子进程（11444）执行task 9 ...
所有子进程结束.
```

图 18.9　使用进程池创建进程

18.3　进程间通信

我们已经学习了如何创建多进程，那么在多进程中，每个进程之间有什么关系呢？其实每个进程都有自己的地址空间、内存、数据栈以及其他记录其运行状态的辅助数据。下面通过一个例子验证一下进程之间能否直接共享信息。

定义一个全局变量 g_num，分别创建两个子进程对 g_num 执行不同的操作，并输出操作后的结果。代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  from multiprocessing import Process
03
04  def plus():
05         print('-------子进程 1 开始------')
06         global g_num
07         g_num += 50
08         print('g_num is %d'%g_num)
```



```
09          print('-------子进程 1 结束------')
10
11     def minus():
12          print('-------子进程 2 开始------')
13          global g_num
14          g_num -= 50
15          print('g_num is %d'%g_num)
16          print('-------子进程 2 结束------')
17
18     g_num = 100 # 定义一个全局变量
19     if __name__ == '__main__':
20          print('-------主进程开始------')
21          print('g_num is %d'%g_num)
22          p1 = Process(target=plus)        # 实例化进程 p1
23          p2 = Process(target=minus)       # 实例化进程 p2
24          p1.start()                       # 开启进程 p1
25          p2.start()                       # 开启进程 p2
26          p1.join()                        # 等待 p1 进程结束
27          p2.join()                        # 等待 p2 进程结束
28          print('-------主进程结束------')
```

运行结果如图 18.10 所示。

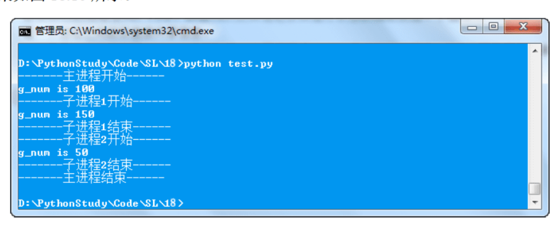


图 18.10　检验进程是否共享信息

上述代码中分别创建了两个子进程，一个子进程中令 g_num 加上 50，另一个子进程令 g_num 减去 50。但是从运行结果可以看出，g_num 在父进程和两个子进程中的初始值都是 100。也就是全局变量 g_num 在一个进程中的结果，没有传递到下一个进程中，即进程之间没有共享信息。进程间示意图如图 18.11 所示。

要如何才能实现进程间的通信呢？Python 的 multiprocessing 模块包装了底层的机制，提供了 Queue（队列）、Pipes（管道）等多种方式来交换数据。本节将讲解通过队列（Queue）来实现进程间的通信。

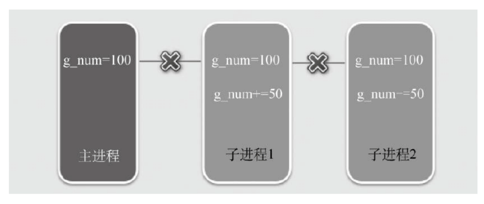


图 18.11　进行间示意图

18.3.1　队列简介



队列（Queue）就是模仿现实中的排队，例如学生在食堂排队买饭。新来的学生排到队伍最后，最前面的学生买完饭走开，后面的学生跟上。可以看出队列有两个特点：

☑　新来的都排在队尾；

☑　最前面的完成后离队，后面一个跟上。

根据以上特点，可以归纳出队列的结构如图 18.12 所示。

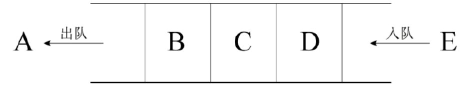


图 18.12　队列结构示意图

18.3.2　多进程队列的使用



进程之间有时需要通信，操作系统提供了很多机制来实现进程间的通信。可以使用 multiprocessing 模块的 Queue 实现多进程之间的数据传递。Queue 本身是一个消息列队程序，下面介绍一下 Queue 的使用。

初始化 Queue()对象（例如：q=Queue(num)）时，若括号中没有指定最大可接收的消息数量，或数量为负值，那么就代表可接收的消息数量没有上限（直到内存的尽头）。Queue 的常用方法如下：

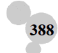
☑　Queue.qsize()：返回当前队列包含的消息数量。

☑　Queue.empty()：如果队列为空，返回 True，反之返回 False。

☑　Queue.full()：如果队列满了，返回 True，反之返回 False。

☑　Queue.get([block[, timeout]])：获取队列中的一条消息，然后将其从列队中移除，block 默认值为 True。

➢　如果 block 使用默认值，且没有设置 timeout（单位：秒），消息列队为空，此时程序将被



阻塞（停在读取状态），直到从消息列队读到消息为止，如果设置了 timeout，则会等待 timeout 秒，若还没读取到任何消息，则抛出 Queue.Empty 异常。

- 如果 block 值为 False，消息列队为空，则会立刻抛出 Queue.Empty 异常。

☑ Queue.get_nowait()：相当于 Queue.get(False)。

☑ Queue.put(item,[block[, timeout]])：将 item 消息写入队列，block 默认值为 True。

- 如果 block 使用默认值，且没有设置 timeout（单位：秒），消息列队如果已经没有空间可写入，此时程序将被阻塞（停在写入状态），直到从消息列队腾出空间为止，如果设置了 timeout，则会等待 timeout 秒，若还没空间，则抛出 Queue.Full 异常。
- 如果 block 值为 False，消息列队没有空间可写入，则会立刻抛出 Queue.Full 异常。

☑ Queue.put_nowait(item)：相当于 Queue.put(item, False)。

下面通过一个例子学习一下如何使用 processing.Queue。代码如下：

```
01  #coding=utf-8
02  from multiprocessing import Queue
03
04  if __name__ == '__main__':
05      q=Queue(3) # 初始化一个 Queue 对象，最多可接收 3 条 put 消息
06      q.put("消息 1")
07      q.put("消息 2")
08      print(q.full()) # 返回 False
09      q.put("消息 3")
10      print(q.full()) # 返回 True
11
12      # 因为消息列队已满，下面的 try 都会抛出异常，
13      # 第一个 try 会等待 2 秒后再抛出异常，第二个 try 会立刻抛出异常
14      try:
15          q.put("消息 4",True,2)
16      except:
17          print("消息列队已满，现有消息数量:%s"%q.qsize())
18
19      try:
20          q.put_nowait("消息 4")
21      except:
22          print("消息列队已满，现有消息数量:%s"%q.qsize())
23
24      # 读取消息时，先判断消息列队是否为空，再读取
25      if not q.empty():
26          print('----从队列中获取消息---')
27          for i in range(q.qsize()):
28              print(q.get_nowait())
29      # 先判断消息列队是否已满，再写入
30      if not q.full():
31          q.put_nowait("消息 4")
```

运行结果如图 18.13 所示。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\PythonStudy\Code\SL\18>python test.py
False
True
消息列队已满，现有消息数量:3
消息列队已满，现有消息数量:3
----从队列中获取消息---
消息1
消息2
消息3

D:\PythonStudy\Code\SL\18>
```

图 18.13　Queue 的写入和读取

18.3.3　使用队列在进程间通信



我们知道使用 multiprocessing.Process 可以创建多进程，使用 multiprocessing.Queue 可以实现队列的操作。接下来，通过一个实例结合 Process 和 Queue 实现进程间的通信。

【例 18.4】 分别向队列中写入和读取数据。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\04**）

创建两个子进程，一个子进程负责向队列中写入数据，另一个子进程负责从队列中读取数据。为保证能够正确从队列中读取数据，设置读取数据的进程等待时间为 2 秒。如果 2 秒后仍然无法读取数据，则抛出异常。具体代码如下：

```
01  # -*- coding: utf-8 -*-
02  from multiprocessing import Process, Queue
03  import   time
04
05  # 向队列中写入数据
06  def write_task(q):
07      if not q.full():
08          for i in range(5):
09              message = "消息" + str(i)
10              q.put(message)
11              print("写入:%s"%message)
12  # 从队列读取数据
13  def read_task(q):
14      time.sleep(1)                           # 休眠 1 秒
15      while not q.empty():
16          print("读取:%s" % q.get(True,2))     # 等待 2 秒，如果还没读取到任何消息，
17                                              # 则抛出"Queue.Empty"异常
18
19  if __name__ == "__main__":
20      print("-----父进程开始-----")
21      q = Queue()                             # 父进程创建 Queue，并传给各个子进程
```



```
22          pw = Process(target=write_task, args=(q,))          # 实例化写入队列的子进程，并且传递队列
23          pr = Process(target=read_task, args=(q,))           # 实例化读取队列的子进程，并且传递队列
24          pw.start()                                          # 启动子进程 pw，写入
25          pr.start()                                          # 启动子进程 pr，读取
26          pw.join()                                           # 等待 pw 结束
27          pr.join()                                           # 等待 pr 结束
28          print("-----父进程结束-----")
```

运行结果如图 18.14 所示。

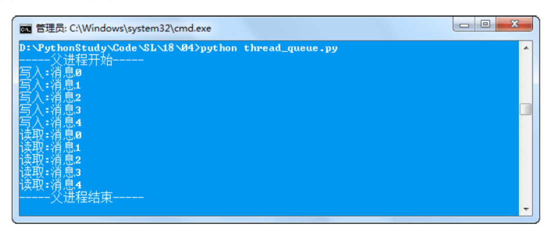


图 18.14　使用队列在进程间通信

18.4　什么是线程



如果需要同时处理多个任务，可以在一个应用程序内使用多个进程，每个进程负责完成一部分工作。另一种将工作细分为多个任务的方法是使用一个进程内的多个线程。那么，什么是线程呢？

线程（Thread）是操作系统能够进行运算调度的最小单位。它被包含在进程之中，是进程中的实际运作单位。一个线程指的是进程中一个单一顺序的控制流，一个进程中可以并发多个线程，每个线程并行执行不同的任务。例如，对于视频播放器，显示视频用一个线程，播放音频用另一个线程。只有两个线程同时工作，我们才能正常观看画面和声音同步的视频。

举个生活中的例子来更好地理解进程和线程的关系。一个进程就像一座房子，它是一个容器，有着相应的属性，如占地面积、卧室、厨房和卫生间等。房子本身并没有主动地做任何事情。而进程就是这座房子的居住者，他可以使用房子内每一个房间、做饭、洗澡等。

18.5　创 建 线 程

由于线程是操作系统直接支持的执行单元，因此，高级语言（如 Python、Java 等）通常都内置多

线程的支持。Python 的标准库提供了两个模块：_thread 和 threading，_thread 是低级模块，threading 是高级模块，对_thread 进行了封装。绝大多数情况下，我们只需要使用 threading 这个高级模块。

18.5.1 使用 threading 模块创建线程



threading 模块提供了一个 Thread 类来代表一个线程对象，语法如下：

```
Thread([group [, target [, name [, args [, kwargs]]]]])
```

Thread 类的参数说明如下：

- ☑ group：值为 None，为以后版本而保留。
- ☑ target：表示一个可调用对象，线程启动时，run()方法将调用此对象，默认值为 None，表示不调用任何内容。
- ☑ name：表示当前线程名称，默认创建一个 Thread-N 格式的唯一名称。
- ☑ args：表示传递给 target 函数的参数元组。
- ☑ kwargs：表示传递给 target 函数的参数字典。

对比发现，Thread 类和前面讲解的 Process 类的方法基本相同，这里就不再赘述了。下面通过一个例子来学习一下如何使用 threading 模块创建进程。代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import threading,time
03
04  def process():
05      for i in range(3):
06          time.sleep(1)
07          print("thread name is %s" % threading.current_thread().name)
08
09  if __name__ == '__main__':
10      print("-----主线程开始-----")
11      threads = [threading.Thread(target=process) for i in range(4)] # 创建 4 个线程，存入列表
12      for t in threads:
13          t.start()           # 开启线程
14      for t in threads:
15          t.join()            # 等待子线程结束
16      print("-----主线程结束-----")
```

上述代码中创建了 4 个进程，然后分别用 for 循环执行 start()和 join()方法。每个子进程分别执行输出 3 次。运行结果如图 18.15 所示。



注意

从图 18.15 中可以看出，线程的执行顺序是不确定的。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\PythonStudy\Code\SL\18>python test.py
-----主线程开始-----
thread name is Thread-1
thread name is Thread-2
thread name is Thread-4
thread name is Thread-3
thread name is Thread-1
thread name is Thread-4
thread name is Thread-3
thread name is Thread-2
thread name is Thread-1
thread name is Thread-3
thread name is Thread-4
thread name is Thread-2
-----主线程结束-----

D:\PythonStudy\Code\SL\18>
```

图 18.15　创建多线程

18.5.2　使用 Thread 子类创建线程



Thread 线程类和 Process 进程类使用方式非常相似，也可以通过定义一个子类，使其继承 Thread 线程类来创建线程。下面通过一个实例学习一下使用 Thread 子类创建线程的方式。

【例 18.5】 使用 Thread 子类创建线程。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\05**）

创建一个子类 SubThread，继承 threading.Thread 线程类，并定义一个 run()方法。实例化 SubThread 类创建两个线程，并且调用 start()方法开启线程，会自动调用 run()方法。具体代码如下：

```
01  # -*- coding: utf-8 -*-
02  import threading
03  import time
04  class SubThread(threading.Thread):
05      def run(self):
06          for i in range(3):
07              time.sleep(1)
08              msg = "子线程"+self.name+'执行，i='+str(i) #name 属性中保存的是当前线程的名字
09              print(msg)
10  if __name__ == '__main__':
11      print('-----主线程开始-----')
12      t1 = SubThread()              # 创建子线程 t1
13      t2 = SubThread()              # 创建子线程 t2
14      t1.start()                    # 启动子线程 t1
15      t2.start()                    # 启动子线程 t2
16      t1.join()                     # 等待子线程 t1
17      t2.join()                     # 等待子线程 t2
18      print('-----主线程结束-----')
```

运行结果如图 18.16 所示。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\PythonStudy\Code\SL\18\05>python sub_thread.py
-----主线程开始-----
子线程Thread-1执行, i=0
子线程Thread-2执行, i=0
子线程Thread-1执行, i=1
子线程Thread-2执行, i=1
子线程Thread-1执行, i=2
子线程Thread-2执行, i=2
-----主线程结束-----

D:\PythonStudy\Code\SL\18\05>
```

图 18.16　使用 Thread 子类创建线程



说明

对比实例 18.2 发现，实例 18.2 在使用子类创建进程时，SubProcess 类定义了__init__()初始化方法，并且在__init__()方法中调用了父类的__init__()方法。而在实例 18.5 中，SubThread 类并没有定义__init__()方法，所以实例化 SubThread 类时会自动调用父类的__init__()初始化方法。是否使用__init__()初始化方法，取决于实例化类时是否需要传递参数。

18.6　线程间通信

我们已经知道进程之间不能直接共享信息，那么线程之间可以共享信息吗？我们通过一个例子来验证一下。定义一个全局变量 g_num，分别创建两个子线程对 g_num 执行不同的操作，并输出操作后的结果。代码如下：

```
01    # -*- coding:utf-8 -*-
02    from threading import Thread
03    import time
04
05    def plus():
06        print('-------子线程 1 开始------')
07        global g_num
08        g_num += 50
09        print('g_num is %d'%g_num)
10        print('-------子线程 1 结束------')
11
12    def minus():
13        time.sleep(1)
14        print('-------子线程 2 开始------')
15        global g_num
16        g_num -= 50
```

```
17          print('g_num is %d'%g_num)
18          print('-------子线程 2 结束------')
19
20  g_num = 100 #  定义一个全局变量
21  if __name__ == '__main__':
22          print('-------主线程开始------')
23          print('g_num is %d'%g_num)
24          t1 = Thread(target=plus)         #  实例化线程 p1
25          t2 = Thread(target=minus)        #  实例化线程 p2
26          t1.start()                       #  开启线程 p1
27          t2.start()                       #  开启线程 p2
28          t1.join()                        #  等待 p1 线程结束
29          t2.join()                        #  等待 p2 线程结束
30          print('-------主线程结束------')
```

上述代码中定义了一个全局变量 g_num，赋值为 100。然后创建两个线程：一个线程将 g_num 增加 50，一个线程将 g_num 减少 50。如果 g_num 最终结果为 100，则说明线程之间可以共享数据。运行结果如图 18.17 所示。

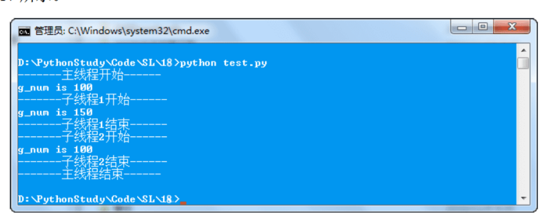


图 18.17　检测线程数据是否共享

从上面的例子可以得出，在一个进程内的所有线程共享全局变量，能够在不使用其他方式的前提下完成多线程之间的数据共享。

18.6.1　什么是互斥锁



由于线程可以对全局变量随意修改，这就可能造成多线程之间对全局变量的混乱。依然以房子为例，当房子内只有一个居住者（单线程）时，他可以任意时刻使用任意一个房间，如厨房、卧室和卫生间等。但是，当这个房子有多个居住者（多线程）时，他就不能在任意时刻使用某些房间，如卫生间，否则就会造成混乱。

如何解决这个问题呢？一个防止他人进入的简单方法，就是门上加一把锁。先到的人锁上门，后到的人就在门口排队，等锁打开再进去，如图 18.18 所示。

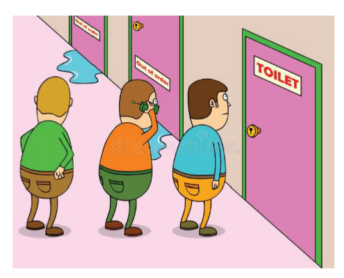


图 18.18　互斥锁示意图

这就是“互斥锁”（Mutual exclusion，缩写 Mutex），防止多个线程同时读写某一块内存区域。互斥锁为资源引入一个状态：锁定和非锁定。某个线程要更改共享数据时，先将其锁定，此时资源的状态为“锁定”，其他线程不能更改；直到该线程释放资源，将资源的状态变成“非锁定”，其他的线程才能再次锁定该资源。互斥锁保证了每次只有一个线程进行写入操作，从而保证了多线程情况下数据的正确性。

18.6.2　使用互斥锁



在 threading 模块中使用 Lock 类可以方便处理锁定。Lock 类有两个方法：acquire()锁定和 release()释放锁。示例用法如下：

```
mutex = threading.Lock()  #创建锁
mutex.acquire([blocking]) #锁定
mutex.release()             #释放锁
```

语法如下：

☑ acquire([blocking])：获取锁定，如果有必要，需要阻塞到锁定释放为止。如果提供 blocking 参数并将它设置为 False，当无法获取锁定时将立即返回 False，如果成功获取锁定则返回 True。

☑ release()：释放一个锁定。当锁定处于未锁定状态时，或者从与原本调用 acquire()方法的不同线程调用此方法，将出现错误。

下面通过一个实例学习一下如何使用互斥锁。

【例 18.6】 使用互斥锁实现多人同时订购电影票功能。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\06**）

电影院某个场次只有 100 张电影票，10 个用户同时抢购该电影票。每售出一张，显示一次剩余电影票张数。使用多线程和互斥锁模拟该过程。代码如下：



```
01  from threading import Thread,Lock
02  import time
03  n=100                             # 共 100 张票
04
05  def task():
06      global n
07      mutex.acquire()               # 上锁
08      temp=n                        # 赋值给临时变量
09      time.sleep(0.1)               # 休眠 0.1 秒
10      n=temp-1                      # 数量减 1
11      print('购买成功，剩余%d 张电影票'%n)
12      mutex.release()               # 释放锁
13
14  if __name__ == '__main__':
15      mutex=Lock()                  # 实例化 Lock 类
16      t_l=[]                        # 初始化一个列表
17      for i in range(10):
18          t=Thread(target=task)     # 实例化线程类
19          t_l.append(t)             # 将线程实例存入列表中
20          t.start()                 # 创建线程
21      for t in t_l:
22          t.join()                  # 等待子线程结束
```

上述代码中创建了 10 个线程，全部执行 task()函数。为解决资源竞争问题，使用 mutex.acquire()函数实现资源锁定，第一个获取资源的线程锁定后，其他线程等待 mutex.release()解锁。所以每次只有一个线程执行 task()函数。运行结果如图 18.19 所示。

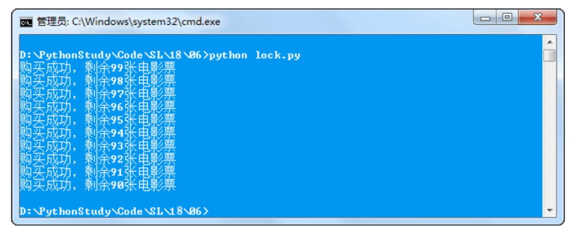


图 18.19　模拟购票功能

注意

使用互斥锁时，要避免死锁。在多任务系统下，当一个或多个线程等待系统资源，而资源又被线程本身或其他线程占用时，就形成了死锁，如图 18.20 所示。

图 18.20　死锁示意图

18.6.3　使用队列在线程间通信



我们知道 multiprocessing 模块的 Queue 队列可以实现进程间通信，同样在线程间也可以使用 Queue 队列实现线程间通信。不同之处在于我们需要使用 queue 模块的 Queue 队列，而不是 multiprocessing 模块的 Queue 队列，但 Queue 使用方法相同。

使用 Queue 在线程间通信通常应用于生产者消费者模式。产生数据的模块称为生产者，而处理数据的模块称为消费者。在生产者与消费者之间的缓冲区称为仓库。生产者负责往仓库运输商品，而消费者负责从仓库里取出商品，这就构成了生产者消费者模式。下面通过一个实例学习一下使用 Queue 在线程间通信。

【例 18.7】 使用队列模拟生产者消费者模式。（**实例位置：资源包\TM\sl\18\07**）

定义一个生产者类 Producer，定义一个消费者类 Consumer。生成者生成 5 件产品，依次写入队列，而消费者依次从队列中取出产品，代码如下：

```
01    from queue import Queue
02    import random,threading,time
03
```

```
04  # 生产者类
05  class Producer(threading.Thread):
06      def __init__(self, name,queue):
07          threading.Thread.__init__(self, name=name)
08          self.data=queue
09      def run(self):
10          for i in range(5):
11              print("生产者%s 将产品%d 加入队列!" % (self.getName(), i))
12              self.data.put(i)
13              time.sleep(random.random())
14          print("生产者%s 完成!" % self.getName())
15
16  # 消费者类
17  class Consumer(threading.Thread):
18      def __init__(self,name,queue):
19          threading.Thread.__init__(self,name=name)
20          self.data=queue
21      def run(self):
22          for i in range(5):
23              val = self.data.get()
24              print("消费者%s 将产品%d 从队列中取出!" % (self.getName(),val))
25              time.sleep(random.random())
26          print("消费者%s 完成!" % self.getName())
27
28  if __name__ == '__main__':
29      print('-----主线程开始-----')
30      queue = Queue()                              # 实例化队列
31      producer = Producer('Producer',queue)        # 实例化线程 Producer，并传入队列作为参数
32      consumer = Consumer('Consumer',queue)        # 实例化线程 Consumer，并传入队列作为参数
33      producer.start()                             # 启动线程 Producer
34      consumer.start()                             # 启动线程 Consumer
35      producer.join()                              # 等待线程 Producer 结束
36      consumer.join()                              # 等待线程 Consumer 结束
37      print('-----主线程结束-----')
```

运行结果如图 18.21 所示。

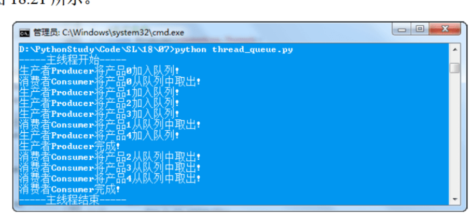


图 18.21　使用 Queue 在线程间通信

注意

由于程序中使用了 random.random()生成 0～1 的随机数，读者运行结果可能与图 18.21 不同。

18.7 小　　结

本章主要讲解了如何使用进程和线程，以及如何在进程间通信和线程间通信。通过本章的学习，读者可以理解多任务、进程和线程的概念，以及它们之间的区别。此外，还可以掌握使用多种方式进行通信。本章只是进程和线程知识中的一部分，如果读者想了解更多内容，还需要进一步学习进程和线程的相关知识。

第 19 章

网络编程

（视频讲解：60 分钟）

计算机网络就是把各个计算机连接到一起，让网络中的计算机可以互相通信。网络编程就是如何在程序中实现两台计算机的通信。本章将讲解网络的基础知识，包括比较常见的 TCP 协议和 UDP 协议，以及如何使用 TCP 编程和 UDP 编程。

通过阅读本章，您可以：

- **了解为什么要使用通信协议**
- **了解什么是** TCP/IP、UDP **和** Socket
- **掌握如何进行** TCP **编程**
- **掌握如何进行** UDP **编程**

19.1 网络基础

当今的时代是一个网络的时代，网络无处不在。而我们前面学习编写的程序都是单机的，即不能和其他计算机上的程序进行通信。为了实现不同计算机之间的通信，就需要使用网络编程。下面我们来了解一下网络相关的基础知识。

19.1.1 为什么要使用通信协议



计算机为了联网，就必须规定通信协议。早期的计算机网络都是由各厂商自己规定一套协议，IBM、Apple 和 Microsoft 都有各自的网络协议，互不兼容，这就好比一群人有的说英语，有的说中文，有的说德语，说同一种语言的人可以交流，不同的语言之间就无法交流了，如图 19.1 所示。



图 19.1 语言不通，无法交流

为了把全世界的所有不同类型的计算机都连接起来，就必须规定一套全球通用的协议，为了实现互联网这个目标，互联网协议簇（Internet Protocol Suite）就是通用协议标准出现了。Internet 是由 inter 和 net 两个单词组合起来的，原意就是连接“网络”的网络，有了 Internet，任何私有网络，只要支持这个协议，就可以联入互联网。

19.1.2 TCP/IP 简介



因为互联网协议包含了上百种协议标准，但是最重要的两个协议是 TCP 和 IP 协议，所以，大家把互联网的协议简称 TCP/IP 协议。



1. IP 协议

在通信时，通信双方必须知道对方的标识，好比发送快递必须知道对方的地址。互联网上每个计算机的唯一标识就是 IP 地址。IP 地址实际上是一个 32 位整数（称为 IPv4），以字符串表示的 IP 地址如 172.16.254.1 实际上是把 32 位整数按 8 位分组后的数字表示，目的是便于阅读，如图 19.2 所示。

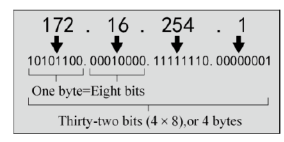


图 19.2　IPv4 示例

IP 协议负责把数据从一台计算机通过网络发送到另一台计算机。数据被分割成一小块一小块，类似于将一个大包裹拆分成几个小包裹，然后通过 IP 包发送出去。由于互联网链路复杂，两台计算机之间经常有多条线路，因此，路由器就负责决定如何把一个 IP 包转发出去。IP 包的特点是按块发送，途经多个路由，但不保证都能到达，也不保证顺序到达。

2. TCP 协议

TCP 协议是建立在 IP 协议之上的。TCP 协议负责在两台计算机之间建立可靠连接，保证数据包按顺序到达。TCP 协议会通过 3 次握手建立可靠连接，如图 19.3 所示。

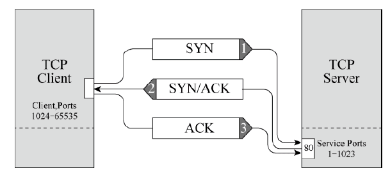


图 19.3　TCP 三次握手

然后，对每个 IP 包编号，确保对方按顺序收到，如果包丢掉了，就自动重发，如图 19.4 所示。

许多常用的更高级的协议都是建立在 TCP 协议基础上的，比如用于浏览器的 HTTP 协议、发送邮件的 SMTP 协议等。一个 TCP 报文除了包含要传输的数据外，还包含源 IP 地址和目标 IP 地址，源端口和目标端口。

端口有什么作用呢？在两台计算机通信时，只发 IP 地址是不够的，因为同一台计算机上运行着多个网络程序。一个 TCP 报文来了之后，到底是交给浏览器还是 QQ，就需要端口号来区分。每个网络程序都向操作系统申请唯一的端口号，这样，两个进程在两台计算机之间建立网络连接就需要各自的 IP 地址和各自的端口号。

一个进程也可能同时与多个计算机建立连接，因此它会申请很多端口。端口号不是随意使用的，而是按照一定的规定进行分配。例如，80 端口分配给 HTTP 服务，21 端口分配给 FTP 服务。

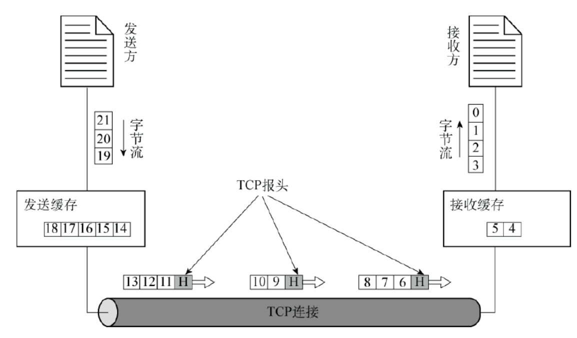


图 19.4　传输数据包

19.1.3　UDP 简介



相对 TCP 协议，UDP 协议则是面向无连接的协议。使用 UDP 协议时，不需要建立链接，只需要知道对方的 IP 地址和端口号，就可以直接发送数据包。但是，数据无法保证一定到达。虽然用 UDP 传输数据不可靠，但它的优点是比 TCP 协议速度快。对于不要求可靠到达的数据，就可以使用 UDP 协议。TCP 协议和 UDP 协议的区别如图 19.5 所示。

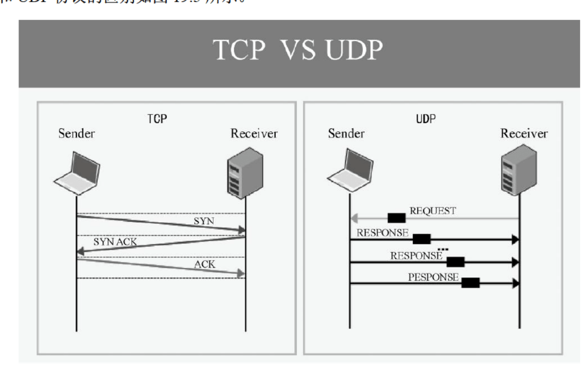


图 19.5　TCP 协议和 UDP 协议的区别



19.1.4　Socket 简介



为了让两个程序通过网络进行通信，二者均必须使用 Socket 套接字。Socket 的英文原义是“孔”或“插座”，通常也称作“套接字”，用于描述 IP 地址和端口，是一个通信链的句柄，可以用来实现不同虚拟机或不同计算机之间的通信，如图 19.6 所示。在 Internet 上的主机上一般运行了多个服务软件，同时提供几种服务。每种服务都打开一个 Socket，并绑定到一个端口上，不同的端口对应于不同的服务。

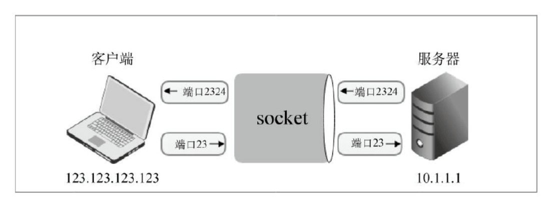


图 19.6　使用 Socket 实现通信

Socket 正如其英文原意那样，像一个多孔插座。一台主机犹如布满各种插座的房间，每个插座有一个编号，有的插座提供 220 伏交流电，有的提供 110 伏交流电，有的则提供有线电视节目。客户软件将插头插到不同编号的插座，就可以得到不同的服务。

在 Python 中使用 socket 模块的函数 socket 就可以完成，语法格式如下：

```
s = socket.socket(AddressFamily, Type)
```

函数 socket.socket 创建一个 socket，返回该 socket 的描述符，该函数带有两个参数：

☑ Address Family：可以选择 AF_INET（用于 Internet 进程间通信）或者 AF_UNIX（用于同一台机器进程间通信），实际工作中常用 AF_INET。

☑ Type：套接字类型，可以是 SOCK_STREAM（流式套接字，主要用于 TCP 协议）或者 SOCK_DGRAM（数据报套接字，主要用于 UDP 协议）。

例如，为了创建 TCP/IP 套接字，可以用下面的方式调用 socket.socket()。

```
tcpSock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
```

同样，为了创建 UDP/IP 套接字，需要执行以下语句。

```
udpSock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
```

创建完成后，生成一个 Socket 对象，Socket 对象的主要方法如表 19.1 所示。

表 19.1　Socket 对象的内置方法

函　　数	描　　述
s.bind()	绑定地址（host,port）到套接字，　在 AF_INET 下以元组（host,port）的形式表示地址
s.listen()	开始 TCP 监听。backlog 指定在拒绝连接之前，操作系统可以挂起的最大连接数量。该值至少为 1，大部分应用程序设为 5 就可以了
s.accept()	被动接收 TCP 客户端连接，并且以阻塞方式等待连接的到来
s.connect()	主动初始化 TCP 服务器连接，一般 address 的格式为元组（hostname,port），如果连接出错，则返回 socket.error 错误
s.recv()	接收 TCP 数据，数据以字符串形式返回，bufsize 指定要接收的最大数据量。flag 提供有关消息的其他信息，通常可以忽略
s.send()	发送 TCP 数据，将 string 中的数据发送到连接的套接字。返回值是要发送的字节数量，该数量可能小于 string 的字节大小
s.sendall()	完整发送 TCP 数据。将 string 中的数据发送到连接的套接字，但在返回之前会尝试发送所有数据。成功则返回 None，失败则抛出异常
s.recvfrom()	接收 UDP 数据，与 recv()类似，但返回值是（data,address）。其中 data 是包含接收数据的字符串，address 是发送数据的套接字地址
s.sendto()	发送 UDP 数据，将数据发送到套接字，address 是形式为（ipaddr,port）的元组，指定远程地址。返回值是发送的字节数
s.close()	关闭套接字

19.2　TCP 编程

由于 TCP 连接具有安全可靠的特性，所以 TCP 应用更为广泛。创建 TCP 连接时，主动发起连接的叫客户端，被动响应连接的叫服务器。例如，当我们在浏览器中访问明日学院网站时，我们自己的计算机就是客户端，浏览器会主动向明日学院的服务器发起连接。如果一切顺利，明日学院的服务器接受了我们的连接，一个 TCP 连接就建立起来了，后面的通信就是发送网页内容了。

19.2.1　创建 TCP 服务器



创建 TCP 服务器的过程，类似于生活中接听电话的过程。如果要接听别人的来电，首先需要购买一部手机，然后安装手机卡。接下来，设置手机为接听状态，最后静等对方来电。



如同上面的接听电话过程一样，在程序中，如果想要完成一个 TCP 服务器的功能，需要的流程如下：

☑　使用 socket 创建一个套接字。

☑　使用 bind 绑定 ip 和 port。

☑　使用 listen 使套接字变为可以被动连接。

☑　使用 accept 等待客户端的连接。

☑　使用 recv/send 接收发送数据。

【例 19.1】 服务器向浏览器发送“Hello World”。（**实例位置：资源包\TM\sl\19\01**）

使用 Socket 模块，通过客户端浏览器向本地服务器（IP 地址为 127.0.0.1）发起请求，服务器接到请求，向浏览器发送“Hello World”。具体代码如下：

```
01  # -*- coding:utf-8 -*-
02  import socket                                            # 导入 socket 模块
03  host = '127.0.0.1'                                       # 主机 IP
04  port = 8080                                              # 端口号
05  web = socket.socket()                                    # 创建 socket 对象
06  web.bind((host,port))                                    # 绑定端口
07  web.listen(5)                                            # 设置最多连接数
08  print ('服务器等待客户端连接...')
09  # 开启死循环
10  while True:
11      conn,addr = web.accept()                             # 建立客户端连接
12      data = conn.recv(1024)                               # 获取客户端请求数据
13      print(data)                                          # 打印接收到的数据
14      conn.sendall(b'HTTP/1.1 200 OK\r\n\r\nHello World')  # 向客户端发送数据
15      conn.close()                                         # 关闭连接
```

运行结果如图 19.7 所示。打开谷歌浏览器，输入网址：127.0.0.1:8080（服务器 IP 地址是 127.0.0.1，端口号是 8080），成功连接服务器以后，浏览器显示“Hello World”。运行结果如图 19.8 所示。

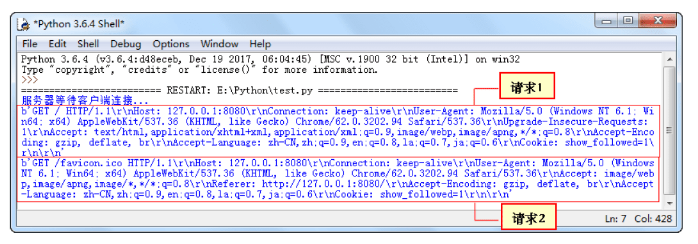


图 19.7　服务器接收到的请求

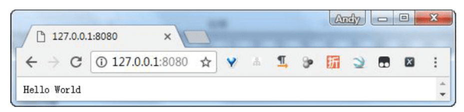


图 19.8　客户端接到的响应

19.2.2　创建 TCP 客户端



TCP 的客户端要比服务器简单很多，如果说服务器是需要自己买手机、插手机卡、设置铃声、等待别人打电话流程的话，那么客户端就只需要找一个电话亭，拿起电话拨打即可，流程要少很多。

在实例 19.1 中，我们使用浏览器作为客户端接收数据。下面创建一个 TCP 客户端，通过该客户端向服务器发送和接收消息。创建一个 client.py 文件，具体代码如下：

```
01  import socket                              # 导入 socket 模块
02  s= socket.socket()                         # 创建 TCP/IP 套接字
03  host = '127.0.0.1'                         # 获取主机地址
04  port = 8080                                # 设置端口号
05  s.connect((host,port))                     # 主动初始化 TCP 服务器连接
06  send_data = input("请输入要发送的数据：")   # 提示用户输入数据
07  s.send(send_data.encode())                 # 发送 TCP 数据
08  # 接收对方发送过来的数据，最大接收 1024 个字节
09  recvData = s.recv(1024).decode()
10  print('接收到的数据为:',recvData)
11  # 关闭套接字
12  s.close()
```

打开两个 cmd 命令行窗口，先运行实例 19.1 中 server.py 文件，然后运行 client.py 文件。接着，在 client.py 窗口输入“hi”，此时 server.py 窗口会接收到消息，并且发送“Hello World”。运行结果如图 19.9 所示。

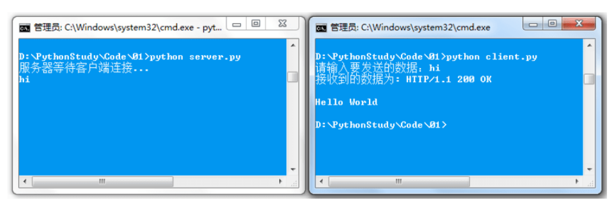
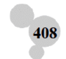


图 19.9　客户端和服务器通信效果



19.2.3　执行 TCP 服务器和客户端



在上面的例子中，我们设置了一个服务器和一个客户端，并且实现了客户端和服务器之间的通信。根据服务器和客户端执行流程，可以总结出 TCP 客户端和服务器通信模型，如图 19.10 所示。

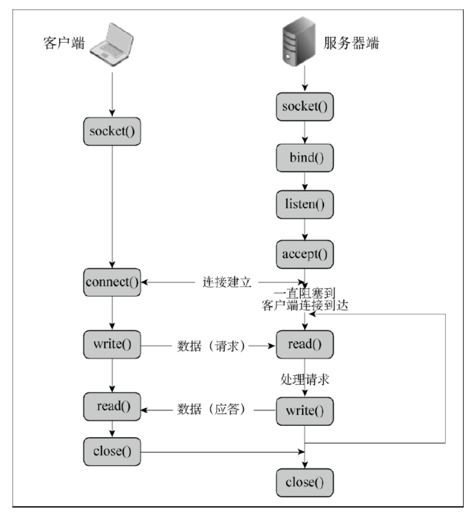


图 19.10　TCP 通信模型

【例 19.2】 制作简易聊天窗口。（**实例位置：资源包\TM\sl\19\02**）

既然客户端和服务器可以使用 Socket 进行通信，那么，客户端可以向服务器发送文字，服务器接到消息后，显示消息内容并且输入文字返回给客户端。客户接收到响应，显示该文字，然后继续向服务器发送消息。这样，就实现了一个简易的聊天窗口。当有一方输入“byebye”时，则退出系统，中断聊天。可以根据如下步骤实现该功能。

（1）创建 server.py 文件，作为服务器程序，具体代码如下：

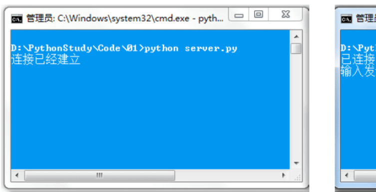
```
01   import socket                                        # 导入 socket 模块
02   host = socket.gethostname()                          # 获取主机地址
03   port = 12345                                         # 设置端口号
04   s = socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)  # 创建 TCP/IP 套接字
```

```
05  s.bind((host,port))                # 绑定地址（host,port）到套接字
06  s.listen(1)                        # 设置最多连接数量
07  sock,addr = s.accept()             # 被动接收 TCP 客户端连接
08  print('连接已经建立')
09  info = sock.recv(1024).decode()    # 接收客户端数据
10  while info != 'byebye':            # 判断是否退出
11    if info :
12      print('接收到的内容:'+info)
13    send_data = input('输入发送内容：')  # 发送消息
14    sock.send(send_data.encode())    # 发送 TCP 数据
15    if send_data =='byebye':         # 如果发送 byebye，则退出
16      break
17    info = sock.recv(1024).decode()  # 接收客户端数据
18  sock.close()                       # 关闭客户端套接字
19  s.close()                          # 关闭服务器套接字
```

（2）创建 client.py 文件，作为客户端程序，具体代码如下：

```
01  import socket                      # 导入 socket 模块
02  s= socket.socket()                 # 创建 TCP/IP 套接字
03  host = socket.gethostname()        # 获取主机地址
04  port = 12345                       # 设置端口号
05  s.connect((host,port))             # 主动初始化 TCP 服务器连接
06  print('已连接')
07  info = ''
08  while info != 'byebye':            # 判断是否退出
09    send_data=input('输入发送内容：')  # 输入内容
10    s.send(send_data.encode())       # 发送 TCP 数据
11    if send_data =='byebye':         # 判断是否退出
12      break
13    info = s.recv(1024).decode()     # 接收服务器数据
14    print('接收到的内容:'+info)
15  s.close()                          # 关闭套接字
```

打开两个 cmd 命令行窗口，分别运行 server.py 和 client.py 文件，如图 19.11 所示。



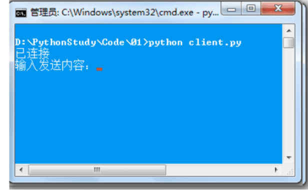
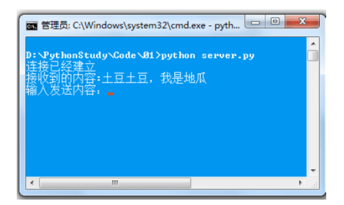


图 19.11　客户端和服务器建立连接



接下来，在 client.py 窗口中输入“土豆土豆，我是地瓜”，然后按 Enter 键。此时，server.py 窗口中将显示 client.py 窗口发送的消息，并提示 server.py 窗口输入发送内容，如图 19.12 所示。



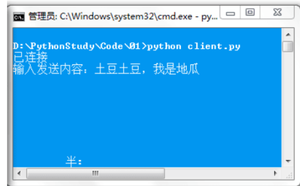
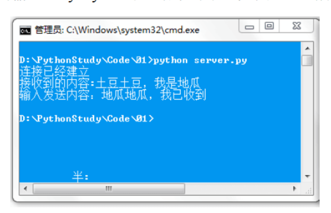


图 19.12　进行对话

当输入“byebye”时，结束对话，如图 19.13 所示。



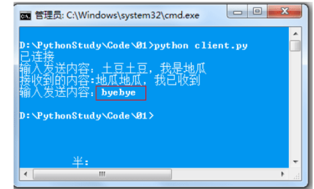


图 19.13　关闭对话

19.3　UDP 编程

UDP 是面向消息的协议，通信时不需要建立连接，数据的传输自然是不可靠的，UDP 一般用于多点通信和实时的数据业务，例如：

☑ 语音广播。
☑ 视频。
☑ 聊天软件。
☑ TFTP（简单文件传送）。
☑ SNMP（简单网络管理协议）。
☑ RIP（路由信息协议，如报告股票市场、航空信息）。
☑ DNS（域名解释）。

和 TCP 类似，使用 UDP 的通信双方也分为客户端和服务器。

19.3.1 创建 UDP 服务器



UDP 服务器不需要 TCP 服务器那么多的设置，因为它们不是面向连接的。除了等待传入的连接之外，几乎不需要做其他工作。下面我们来实现一个将摄氏温度转换为华氏温度的功能。

【例 19.3】 将摄氏温度转换为华氏温度。（**实例位置：资源包\TM\sl\19\03**）

在客户端输入要转换的摄氏温度，然后发送给服务器，服务器根据转化公式，将摄氏温度转换为华氏温度，发送给客户端显示。创建 udp_server.py 文件，实现 UDP 服务器。具体代码如下：

```
01  import socket                                               # 导入 Socket 模块
02
03  s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)        # 创建 UDP 套接字
04  s.bind(('127.0.0.1', 8888))                                 # 绑定地址（host,port）到套接字
05  print('绑定 UDP 到 8888 端口')
06  data, addr = s.recvfrom(1024)                               # 接收数据
07  data = float(data)*1.8 + 32                                 # 转化公式
08  send_data = '转换后的温度（单位：华氏温度）：'+str(data)
09  print('Received from %s:%s.' % addr)
10  s.sendto(send_data.encode(), addr)                          # 发送给客户端
11  s.close()                                                   # 关闭服务器端套接字
```

上述代码中使用 socket.socket()函数创建套接字，其中设置参数为 socket.SOCK_DGRAM，表明创建的是 UDP 套接字。此外需要注意，s.recvfrom()函数生成的 data 数据类型是 byte，不能直接进行四则运算，需要将其转换为 float 浮点型数据。最后在使用 sendto()函数发送数据时，发送的数据必须是 byte 类型，所以需要使用 encode()函数将字符串转换为 byte 类型。

运行结果如图 19.14 所示。

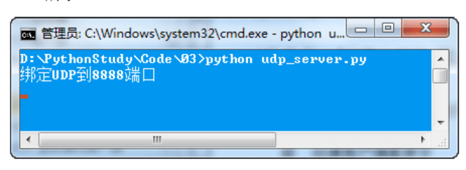


图 19.14　等待客户端连接

19.3.2 创建 UDP 客户端



创建一个 UDP 客户端程序的流程很简单，具体步骤如下：



☑ 创建客户端套接字。

☑ 发送/接收数据。

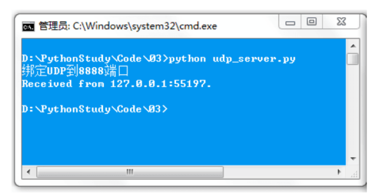
☑ 关闭套接字。

下面根据实例 19.3，创建 udp_client.py 文件，实现 UDP 客户端，用户接收转换后的华氏温度。具体代码如下：

```
01  import socket                                              # 导入 Socket 模块
02
03  s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)       # 创建 UDP 套接字
04  data = input('请输入要转换的温度（单位：设置度）：')          # 输入要转换的温度
05  s.sendto(data.encode(), ('127.0.0.1', 8888))               # 发送数据
06  print(s.recv(1024).decode())                               # 打印接收数据
07  s.close()                                                  # 关闭套接字
```

在上述代码中，主要的就是接收的数据和发送的数据类型都是 byte。所以在发送时，使用 encode()函数将字符串转换为 byte。而在输出时，使用 decode()函数将 byte 类型数据转换为字符串，方便用户阅读。

在两个 cmd 窗口中分别运行 udp_server.py 和 udp_client.py 文件，然后在 udp_client.py 窗口中输入要转换的摄氏温度，udp_client.py 窗口会立即显示转换后的华氏温度，如图 19.15 所示。



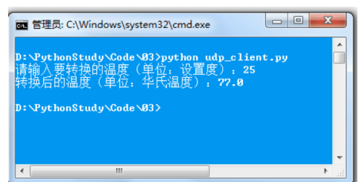


图 19.15　摄氏温度转换为华氏温度效果

19.3.3　执行 UDP 服务器和客户端



在 UDP 通信模型中，在通信开始之前，不需要建立相关的链接，只需要发送数据即可，类似于生活中的“写信”。UDP 通信模型如图 19.16 所示。

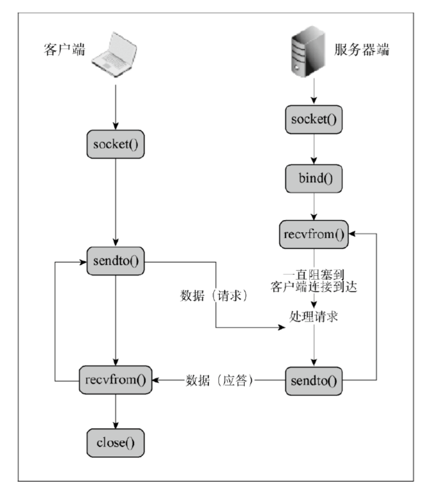


图 19.16　UDP 通信模型

19.4　小　　结

本章主要介绍了网络的基础知识和如何使用网络编程。在网络基础知识部分，由浅入深、循序渐进地介绍了通信协议，包括 IP 协议、TCP 协议和 UDP 协议。接着介绍如何使用 TCP 编程和 UDP 编程，包括分别使用二者创建服务器和客户端，以及实现它们之间的通信。通过本章的学习，读者会对网络通信有更深入的了解，为下一章的学习打好基础。

第 20 章

Web 编程

（视频讲解：93 分钟）

由于 Python 简洁易懂，可维护性好，所以越来越多的互联网公司使用 Python 进行 Web 开发，如豆瓣、知乎等网站。本章将介绍 Web 基础知识，包括 HTTP 协议、Web 服务器以及前端基础知识。此外，将重点介绍 WSGI 接口，最后介绍常用的 Web 开发框架。

通过阅读本章，您可以：

- **了解什么是 HTTP 协议**
- **了解什么是 Web 服务器和静态服务器**
- **了解前端相关的基础知识**
- **了解什么是 CGI 和 WSGI**
- **掌握如何定义 WSGI 接口**
- **掌握如何运行 WSGI 服务**
- **了解什么是 Web 框架**
- **了解 Python 中常用的 Web 框架**

20.1　Web 基础

当用户浏览明日学院官网时，会打开浏览器，输入网址 www.mingrisoft.com，然后按 Enter 键，浏览器中就会显示明日学院官网的内容。在这个看似简单的用户行为背后，到底隐藏了什么呢？

20.1.1　HTTP 协议



在用户输入网址访问明日学院网站的例子中，用户浏览器被称为客户端，而明日学院网站被称为服务器。这个过程实质上就是客户端向服务器发起请求，服务器接收请求后，将处理后的信息（也称为响应）传给客户端。这个过程是通过 HTTP 协议实现的。

HTTP （HyperText Transfer Protocol），超文本传输协议，是互联网上应用最为广泛的一种网络协议。HTTP 是利用 TCP 在两台计算机（通常是 Web 服务器和客户端）之间传输信息的协议。客户端使用 Web 浏览器发起 HTTP 请求给 Web 服务器，Web 服务器发送被请求的信息给客户端。

20.1.2　Web 服务器



当在浏览器输入 URL 后，浏览器会先请求 DNS 服务器，获得请求站点的 IP 地址（即根据 URL 地址 www.mingrisoft.com 获取其对应的 IP 地址，如 101.201.120.85），然后发送一个 HTTP Request（请求）给拥有该 IP 的主机（明日学院的阿里云服务器），接着就会接收到服务器返回的 HTTP Response（响应），浏览器经过渲染后，以一种较好的效果呈现给用户。HTTP 基本原理如图 20.1 所示。

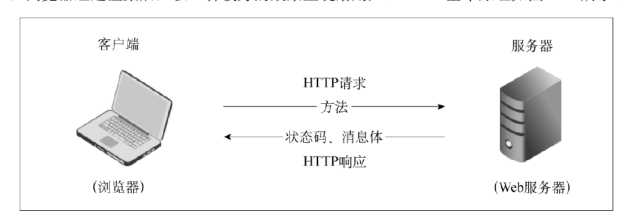


图 20.1　HTTP 基本原理

我们重点来看下 Web 服务器。Web 服务器的工作原理可以概括为如下 4 个步骤。

（1）建立连接：客户端通过 TCP/IP 协议建立到服务器的 TCP 连接。

（2）请求过程：客户端向服务器发送 HTTP 协议请求包，请求服务器里的资源文档。



（3）应答过程：服务器向客户端发送 HTTP 协议应答包，如果请求的资源包含有动态语言的内容，那么服务器会调用动态语言的解释引擎负责处理“动态内容”，并将处理后得到的数据返回给客户端。由客户端解释 HTML 文档，在客户端屏幕上渲染图形结果。

（4）关闭连接：客户端与服务器断开。

步骤（2）客户端向服务器端发起请求时，常用的请求方法如表 20.1 所示。

表 20.1　HTTP 协议的常用请求方法

方　法	描　述
GET	请求指定的页面信息，并返回实体主体
POST	向指定资源提交数据进行处理请求（例如提交表单或者上传文件）。数据被包含在请求体中。POST 请求可能会导致新的资源的建立和/或已有资源的修改
HEAD	类似于 GET 请求，只不过返回的响应中没有具体的内容，用于获取报头
PUT	从客户端向服务器传送的数据取代指定的文档的内容
DELETE	请求服务器删除指定的页面
OPTIONS	允许客户端查看服务器的性能

步骤（3）服务器返回给客户端的状态码，可以分为 5 种类型，由它们的第一位数字表示，如表 20.2 所示。

表 20.2　HTTP 状态码含义

代　码	含　义
1**	信息，请求收到，继续处理
2**	成功，行为被成功地接受、理解和采纳
3**	重定向，为了完成请求，必须进一步执行的动作
4**	客户端错误，请求包含语法错误或者请求无法实现
5**	服务器错误，服务器不能实现一种明显无效的请求

例如，状态码为 200，表示请求成功已完成；状态码为 404，表示服务器找不到给定的资源。

下面我们用谷歌浏览器访问明日学院官网，查看一下请求和响应的流程。步骤如下：

（1）在谷歌浏览器中输入网址 www.mingrisoft.com，按 Enter 键，进入明日学院官网。

（2）按 F12 键（或右击，选择“检查”命令），审查页面元素。运行效果如图 20.2 所示。

（3）单击谷歌浏览器调试工具的 Network 图标，按 F5 键（或手动刷新页面），单击调试工具中 Name 栏目下的 www.mingrisoft.com，查看请求与响应的信息，如图 20.3 所示。

图 20.3 中的 General 概述关键信息如下：

☑　Request URL：请求的 URL 地址，也就是服务器的 URL 地址。

☑　Request Method：请求方式是 GET。

☑ Status Code：状态码是 200，即成功返回响应。

☑ Remote Address：服务器 IP 地址是 101.201.120.85，端口号是 80。



图 20.2　打开谷歌浏览器调试工具

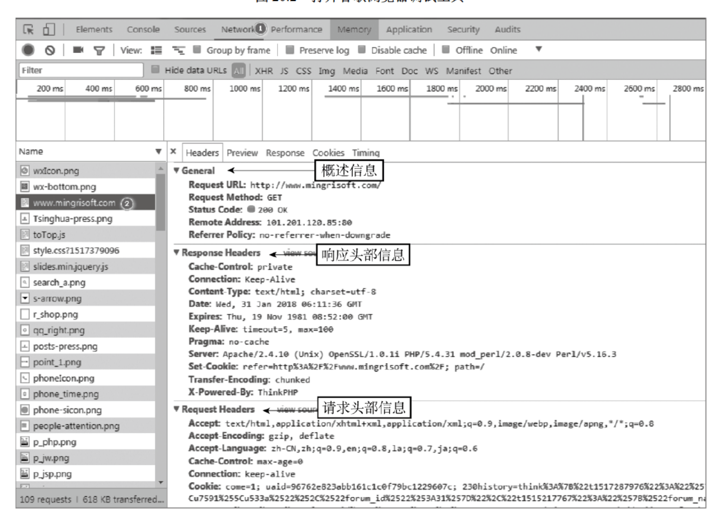


图 20.3　请求和响应信息

20.1.3　前端基础



对于 Web 开发，通常分为前端（Front-End）和后端（Back-End）。“前端”是与用户直接交互的部分，包括 Web 页面的结构、Web 的外观视觉表现以及 Web 层面的交互实现。“后端”更多的是与数据库进行交互以处理相应的业务逻辑。需要考虑的是如何实现功能、数据的存取、平台的稳定性与性能等。后端的编程语言包括 Python、Java、PHP、ASP.NET 等，而前端编程语言主要包括 HTML、CSS 和 JavaScript。

对于浏览网站的普通用户而言，更多的是关注网站前端的美观程度和交互效果，很少去考虑后端的实现，如图 20.4 所示。所以使用 Python 进行 Web 开发，需要具备一定的前端基础。

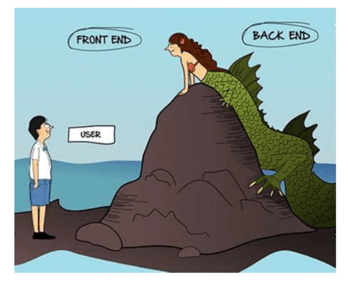


图 20.4　前端 VS 后端

1. HTML 简介

HTML 是用来描述网页的一种语言。HTML 指的是超文本标记语言（Hyper Text Markup Language），它不是一种编程语言，而是一种标记语言。标记语言是一套标记标签，这种标记标签通常被称为 HTML 标签，它们是由尖括号包围的关键词，比如 <html>。HTML 标签通常是成对出现的，比如 <h1> 和 </h1>。标签对中的第一个标签是开始标签，第二个标签是结束标签。Web 浏览器的作用是读取 HTML 文档，并以网页的形式显示它们。浏览器不会显示 HTML 标签，而是使用标签来解释页面的内容，如图 20.5 所示。

在图 20.5 中，左侧是 HTML 代码，右侧是显示的页面内容。HTML 代码中，第一行的<!DOCTYPE html>表示使用的是 HTML5（最新 HTML 版本），其余的标签都是成对出现，并且在右侧的页面中，只显示标签里的内容，不显示标签。

说明

更多 HTML 知识，请查阅相关教程。作为 Python Web 初学者，只要求掌握基本的 HTML 知识。



图 20.5　显示页面内容

2. CSS 简介

CSS 是 Cascading Style Sheets（层叠样式表）的缩写。CSS 是一种标记语言，用于为 HTML 文档中定义布局。例如，CSS 涉及字体、颜色、边距、高度、宽度、背景图像、高级定位等方面。运用 CSS 样式可以让页面变得美观，就像化妆前和化妆后的效果一样，如图 20.6 所示。



图 20.6　使用 CSS 前后效果对比



说明

更多 CSS 知识，请查阅相关教程。作为 Python Web 初学者，只要求掌握基本的 CSS 知识。

3. JavaScript 简介

通常，我们所说的前端就是指 HTML、CSS 和 JavaScript 三项技术。

☑　HTML：定义网页的内容。

☑　CSS：描述网页的样式。



☑　JavaScript：描述网页的行为。

JavaScript 是一种可以嵌入在 HTML 代码中，由客户端浏览器运行的脚本语言。在网页中使用 JavaScript 代码，不仅可以实现网页特效，还可以响应用户请求，实现动态交互的功能。例如，在用户注册页面中，需要对用户输入信息的合法性进行验证，包括是否填写了“邮箱”和“手机号”，填写的“邮箱”和“手机号”格式是否正确等。JavaScript 验证邮箱是否为空的效果如图 20.7 所示。



图 20.7　JavaScript 验证为空



说明

更多 JavaScript 知识，请查阅相关教程。作为 Python Web 初学者，只要求掌握基本的 JavaScript 知识。

20.1.4　静态服务器



在第 19 章使用 Socket 实现服务器和浏览器通信时，我们通过浏览器访问服务器，服务器会发送“Hello World”给浏览器。而对于 Web 开发，我们需要让用户在浏览器中看到完整的 Web 页面（也就是 HTML）。

在 Web 中，纯粹 HTML 格式的页面通常被称为“静态页面”，早期的网站通常都是由静态页面组成的。例如马云早期的创业项目“中国黄页”网站就是由静态页面组成的静态网站，如图 20.8 所示。

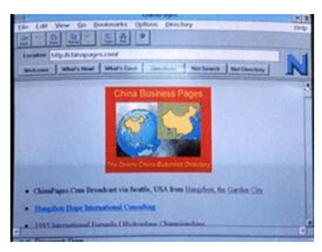


图 20.8 早期的中国黄页

下面通过实例结合 Python 网络编程和 Web 编程知识，创建一个静态服务器。通过该服务器，可以访问包含两个静态页面的明日学院网站。

【例 20.1】 创建“明日学院”网站静态服务器。（**实例位置：资源包\TM\sl\20\01**）

创建一个“明日学院”官方网站，当用户输入网址 127.0.0.1:8000 或 127.0.0.1:8000/index.html 时，访问网站首页。当用户输入网址 127.0.0.1:8000/contact.html，访问“联系我们”页面。可以按照如下步骤实现该功能。

（1）创建 Views 文件夹，在 Views 文件夹下创建 index.html 页面作为“明日学院”首页。index.html 页面关键代码如下：

```
01  <!DOCTYPE html>
02  <html lang="UTF-8">
03  <head>
04  <title>
05      明日科技
06  </title>
07  </head>
08    <body class="bs-docs-home">
09    <!-- Docs master nav -->
10    <header class="navbar navbar-static-top bs-docs-nav" id="top">
11    <div class="container">
12      <div class="navbar-header">
13        <a href="/" class="navbar-brand">明日学院</a>
14      </div>
15      <nav id="bs-navbar" class="collapse navbar-collapse">
16        <ul class="nav navbar-nav">
17          <li>
18            <a href="http://www.mingrisoft.com/selfCourse.html" >课程</a>
19          </li>
20          <li>
21            <a href="http://www.mingrisoft.com/book.html">读书</a>
22          </li>
```

```
23                <li>
24                  <a href="http://www.mingrisoft.com/bbs.html">社区</a>
25                </li>
26                <li>
27                  <a href="http://www.mingrisoft.com/servicecenter.html">服务</a>
28                </li>
29                <li>
30                  <a href="/contact.html">联系我们</a>
31                </li>
32              </ul>
33            </nav>
34          </div>
35      </header>
36            <!-- Page content of course! -->
37            <main class="bs-docs-masthead" id="content" tabindex="-1">
38          <div class="container">
39            <span class="bs-docs-booticon bs-docs-booticon-lg bs-docs-booticon-outline">MR</span>
40            <p class="lead">明日学院，是吉林省明日科技有限公司倾力打造的在线实用技能学习平台，该平台于
41      2016 年正式上线，主要为学习者提供海量、优质的课程，课程结构严谨，用户可以根据自身的学习程度，自主
42      安排学习进度。我们的宗旨是，为编程学习者提供一站式服务，培养用户的编程思维。</p>
43            <p class="lead">
44              <a href="/contact.html" class="btn btn-outline-inverse btn-lg">联系我们</a>
45            </p>
46          </div>
47      </main>
48      </body>
49      </html>
```

（2）在 Views 文件夹下创建 contact.html 文件，作为明日学院的“联系我们”页面。关键代码如下：

```
01      <div class="bs-docs-header" id="content" tabindex="-1">
02            <div class="container">
03              <h1> 联系我们 </h1>
04                <div class="lead">
05                  <address>
06                      电子邮件：<strong>mingrisoft@mingrisoft.com</strong>
07                      <br>地址：吉林省长春市南关区财富领域
08                      <br>邮政编码：<strong>131200</strong>
09                      <br><abbr title="Phone">联系电话:</abbr> 0431-84978981
10                  </address>
11                </div>
12              </div>
13            </div>
```

（3）在 Views 同级目录下创建 web_server.py 文件，用于实现客户端和服务器端的 HTTP 通信，具体代码如下：

```
01      # coding:utf-8
02      import socket                                    # 导入 Socket 模块
03      import re                                        # 导入 re 正则模块
04      from multiprocessing import Process              # 导入 Process 多进程模块
```

```
05
06  HTML_ROOT_DIR = "./Views"                        # 设置静态文件根目录
07
08  class HTTPServer(object):
09      def __init__(self):
10          """初始化方法"""
11          self.server_socket = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) # 创建 Socket 对象
12      def start(self):
13          """开始方法"""
14          self.server_socket.listen(128)            # 设置最多连接数
15          print ('服务器等待客户端连接...')
16          # 执行死循环
17          while True:
18              client_socket, client_address = self.server_socket.accept() # 建立客户端连接
19              print("[%s, %s]用户连接上了" % client_address)
20              # 实例化进程类
21              handle_client_process = Process(target=self.handle_client, args=(client_socket,))
22              handle_client_process.start()         # 开启线程
23              client_socket.close()                 # 关闭客户端 Socket
24
25      def handle_client(self, client_socket):
26          """处理客户端请求"""
27          # 获取客户端请求数据
28          request_data = client_socket.recv(1024)       # 获取客户端请求数据
29          print("request data:", request_data)
30          request_lines = request_data.splitlines()     # 按照行('\r', '\r\n', \n')分隔
31          # 输出每行信息
32          for line in request_lines:
33              print(line)
34          request_start_line = request_lines[0]         # 解析请求报文
35          print("*" * 10)
36          print(request_start_line.decode("utf-8"))
37          # 使用正则表达式，提取用户请求的文件名
38          file_name = re.match(r"\w+ +(/[^ ]*) ", request_start_line.decode("utf-8")).group(1)
39          # 如果文件名是根目录，设置文件名为 file_name
40          if "/" == file_name:
41              file_name = "/index.html"
42          # 打开文件，读取内容
43          try:
44              file = open(HTML_ROOT_DIR + file_name, "rb")
45          except IOError:
46              # 如果存在异常，返回 404
47              response_start_line = "HTTP/1.1 404 Not Found\r\n"
48              response_headers = "Server: My server\r\n"
49              response_body = "The file is not found!"
50          else:
51              # 读取文件内容
52              file_data = file.read()
```

```
53                  file.close()
54                  # 构造响应数据
55                  response_start_line = "HTTP/1.1 200 OK\r\n"
56                  response_headers = "Server: My server\r\n"
57                  response_body = file_data.decode("utf-8")
58              # 拼接返回数据
59              response = response_start_line + response_headers + "\r\n" + response_body
60              print("response data:", response)
61              client_socket.send(bytes(response, "utf-8"))        # 向客户端返回响应数据
62              client_socket.close()                               # 关闭客户端连接
63
64          def bind(self, port):
65              """绑定端口"""
66              self.server_socket.bind(("", port))
67
68      def main():
69          """主函数"""
70          http_server = HTTPServer()                              # 实例化 HTTPServer()类
71          http_server.bind(8000)                                  # 绑定端口
72          http_server.start()                                     # 调用 start()方法
73
74      if __name__ == "__main__":
75          main()                                                  # 执行 main()函数
```

上述代码中定义了一个 HTTPServer()类，其中__init__()初始化方法用于创建 Socket 实例，start()方法用于建立客户端连接，开启线程。handle_client()方法用于处理客户端请求，主要功能是通过正则表达式提取用户请求的文件名。如果用户输入“127.0.0.1:8000/”。则读取 Views/index.html 文件，否则访问具体的文件名。例如，用户输入“127.0.0.1:8000/contact.html”，读取 Views/contact.html 文件内容，将其作为响应的主体内容。如果读取的文件不存在，则将“The file is not found!”作为响应主体内容。最后，拼接数据返回客户端。

运行 web_server.py 文件，然后使用谷歌浏览器访问“127.0.0.1:8000/”，运行效果如图 20.9 所示。



图 20.9　明日学院主页

单击“联系我们”按钮，页面跳转至“127.0.0.1:8000/contact.html”，运行效果如图 20.10 所示。尝试访问一个不存在的文件，例如，在浏览器中访问“127.0.0.1:8000/test.html”，运行效果如图 20.11 所示。



图 20.10　联系我们页面效果

图 20.11　文件不存在时页面效果

20.2　WSGI 接口

20.2.1　CGI 简介



实例 20.1 中我们实现了一个静态服务器，但是当今 Web 开发已经很少使用纯静态页面，更多的是使用动态页面，如网站的登录和注册功能等。当用户登录网站时，需要输入用户名和密码，然后提交数据。Web 服务器不能处理表单中传递过来的与用户相关的数据，这不是 Web 服务器的职责。CGI 应运而生。

CGI（Common Gateway Interface），通用网关接口，它是一段程序，运行在服务器上。Web 服务器将请求发送给 CGI 应用程序，再将 CGI 应用程序动态生成的 HTML 页面发送回客户端。CGI 在 Web 服务器和应用之间充当了交互作用，这样才能够处理用户数据，生成并返回最终的动态 HTML 页面。CGI 的工作方式如图 20.12 所示。

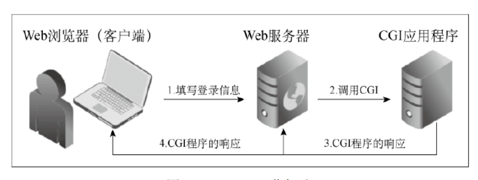


图 20.12　CGI 工作概述



CGI 有明显的局限性，例如，CGI 进程针对每个请求进行创建，用完就抛弃。如果应用程序接收数千个请求，就会创建大量的语言解释器进程，这将导致服务器停机。于是 CGI 的加强版 FastCGI（Fast Common Gateway Interface）应运而生。

FastCGI 使用进程/线程池来处理一连串的请求。这些进程/线程由 FastCGI 服务器管理，而不是 Web 服务器。FastCGI 致力于减少网页服务器与 CGI 程序之间交互的开销，从而使服务器可以同时处理更多的网页请求。

20.2.2　WSGI 简介



FastCGI 的工作模式实际上没有什么太大缺陷，但是在 FastCGI 标准下写异步的 Web 服务还是不方便，所以 WSGI 就被创造出来了。

WSGI（Web Server Gateway Interface），服务器网关接口，是 Web 服务器和 Web 应用程序或框架之间的一种简单而通用的接口。从层级上来讲要比 CGI/FastCGI 高级。WSGI 中存在两种角色：接受请求的 Server（服务器）和处理请求的 Application（应用），它们底层是通过 FastCGI 沟通的。当 Server 收到一个请求后，可以通过 Socket 把环境变量和一个 Callback 回调函数传给后端 Application，Application 在完成页面组装后通过 Callback 把内容返回给 Server，最后 Server 再将响应返回给 Client。整个流程如图 20.13 所示。

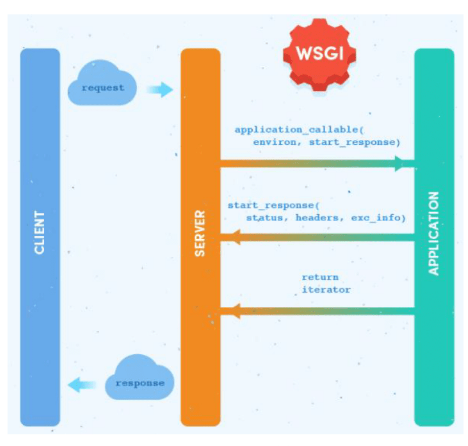


图 20.13　WSGI 工作概述

20.2.3　定义 WSGI 接口



WSGI 接口定义非常简单，它只要求 Web 开发者实现一个函数，就可以响应 HTTP 请求。我们来看一个最简单的 Web 版本的“Hello World!”，代码如下：

```
01  def application(environ, start_response):
02      start_response('200 OK', [('Content-Type', 'text/html')])
03      return [b'<h1>Hello, World!</h1>']
```

上面的 application()函数就是符合 WSGI 标准的一个 HTTP 处理函数，它接收两个参数：

☑　environ：一个包含所有 HTTP 请求信息的字典对象；

☑　start_response：一个发送 HTTP 响应的函数。

整个 application()函数本身没有涉及任何解析 HTTP 的部分，也就是说，把底层 Web 服务器解析部分和应用程序逻辑部分进行了分离，这样开发者就可以专心做一个领域了。

可是要如何调用 application()函数呢？environ 和 start_response 这两个参数需要从服务器获取，所以 application()函数必须由 WSGI 服务器来调用。现在，很多服务器都符合 WSGI 规范，如 Apache 服务器和 Nginx 服务器等。此外 Python 内置了一个 WSGI 服务器，这就是 wsgiref 模块。它是用 Python 编写的 WSGI 服务器的参考实现。所谓“参考实现”，是指该实现完全符合 WSGI 标准，但是不考虑任何运行效率，仅供开发和测试使用。

20.2.4　运行 WSGI 服务



使用 Python 的 wsgiref 模块可以不用考虑服务器和客户端的连接、数据的发送和接收等问题，而专注于业务逻辑的实现。下面我们通过一个实例应用 wsgiref 创建“明日学院”网站的课程页面。

【例 20.2】 创建“明日学院”网站课程页面。（**实例位置：资源包\TM\sl\20\02**）

创建“明日学院”官方网站课程页面，当用户输入网址 127.0.0.1:8000/courser.html 时，访问课程介绍页面。可以按照如下步骤实现该功能。

（1）复制实例 20.1 的 Views 文件夹，在 Views 文件夹下创建 course.html 页面作为“明日学院”课程页面。course.html 页面关键代码如下：

```
01  <!DOCTYPE html>
02  <html lang="UTF-8">
03  <head>
04  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
05  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
06  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
07  <title>
08      明日科技
09  </title>
10  <!-- Bootstrap core CSS -->
```



```
11  <link rel="stylesheet" href="https://cdn.bootcss.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstrap.min.css"
12  </head>
13    <body class="bs-docs-home">
14      <!-- Docs master nav -->
15    <header class="navbar navbar-static-top bs-docs-nav" id="top">
16    <div class="container">
17      <div class="navbar-header">
18        <a href="/" class="navbar-brand">明日学院</a>
19      </div>
20      <nav id="bs-navbar" class="collapse navbar-collapse">
21        <ul class="nav navbar-nav">
22          <li>
23            <a href="/course.html" >课程</a>
24          </li>
25          <li>
26            <a href="http://www.mingrisoft.com/book.html">读书</a>
27          </li>
28          <li>
29            <a href="http://www.mingrisoft.com/bbs.html">社区</a>
30          </li>
31          <li>
32            <a href="http://www.mingrisoft.com/servicecenter.html">服务</a>
33          </li>
34          <li>
35            <a href="/contact.html">联系我们</a>
36          </li>
37        </ul>
38      </nav>
39    </div>
40  </header>
41        <!-- Page content of course! -->
42        <main class="bs-docs-masthead" id="content" tabindex="-1">
43      <div class="container">
44        <div class="jumbotron">
45          <h1 style="color: #573e7d">明日课程</h1>
46          <p style="color: #573e7d">海量课程，随时随地，想学就学。有多名专业讲师精心打造精品课程，
47                                      让学习创造属于你的生活</p>
48          <p><a class="btn btn-primary btn-lg" href="http://www.mingrisoft.com/selfCourse.html"
49              role="button">开始学习</a></p>
50        </div>
51      </div>
52  </main>
53  </body>
54  </html>
```

（2）在 Views 同级目录下创建 application.py 文件，用于实现 Web 应用程序的 WSGI 处理函数，具体代码如下：

```
01  def app(environ, start_response):
02      start_response('200 OK', [('Content-Type', 'text/html')])      # 响应信息
```

```
03      file_name = environ['PATH_INFO'][1:] or 'index.html'        # 获取 url 参数
04      HTML_ROOT_DIR = './Views/'                                  # 设置 HTML 文件目录
05      try:
06          file = open(HTML_ROOT_DIR + file_name, "rb")            # 打开文件
07      except IOError:
08          response = "The file is not found!"                     # 如果异常，返回 404
09      else:
10          file_data = file.read()                                 # 读取文件内容
11          file.close()                                            # 关闭文件
12          response = file_data.decode("utf-8")                    # 构造响应数据
13
14      return [response.encode('utf-8')]                           # 返回数据
```

上述代码中使用 application()函数接收两个参数：environ 请求信息和 start_response 函数。通过 environ 来获取 url 中的文件扩展名，如果为“/”，则读取 index.html 文件。如果不存在，则返回“The file is not found!”。

（3）在 Views 同级目录下创建 web_server.py 文件，用于启动 WSGI 服务器，加载 application()函数，具体代码如下：

```
01  # 从 wsgiref 模块导入
02  from wsgiref.simple_server import make_server
03  # 导入编写的 application 函数
04  from application import app
05
06  # 创建一个服务器，IP 地址为空，端口是 8000，处理函数是 app
07  httpd = make_server('', 8000, app)
08  print('Serving HTTP on port 8000...')
09  # 开始监听 HTTP 请求
10  httpd.serve_forever()
```

运行 web_server.py 文件，当显示“Serving HTTP on port 8000...”时，在浏览器的地址栏中输入网址“127.0.0.1:8000”，访问“明日学院”首页，运行结果如图 20.14 所示。然后单击顶部导航栏的“课程”按钮，将进入明日学院的课程页面，运行效果如图 20.15 所示。

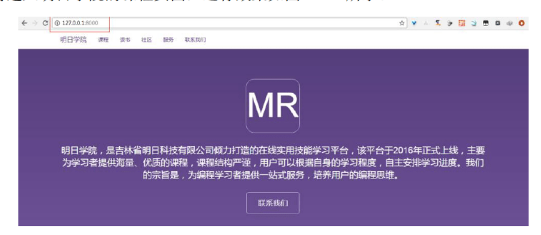


图 20.14　明日学院首页



图 20.15　明日学院课程页面

20.3　Web 框架

如果你要从零开始建立一些网站，可能会注意到你不得不一次又一次地解决一些相同的问题。这样做是令人厌烦的，并且违反了良好编程的核心原则之一——DRY（不要重复自己）。

有经验的 Web 开发人员在创建新站点时也会遇到类似的问题。当然，总有一些特殊情况会因网站而异，但在大多数情况下，开发人员通常需要处理四项任务——数据的创建、读取、更新和删除，也称为 CRUD。幸运的是，开发人员通过使用 Web 框架解决了这些问题。

20.3.1　什么是 Web 框架



Web 框架是用来简化 Web 开发的软件框架。框架的存在是为了避免用户重新发明轮子，并且在创建一个新的网站时帮助减少一些开销。典型的框架提供了如下常用功能：

☑　管理路由。
☑　访问数据库。
☑　管理会话和 Cookies。
☑　创建模板来显示 HTML。
☑　促进代码的重用。

事实上，框架根本就不是什么新的东西，它只是一些能够实现常用功能的 Python 文件。我们可以把框架看作是工具的集合，而不是特定的东西。框架的存在使得建立网站更快、更容易。框架还促进了代码的重用。

20.3.2　Python 中常用的 Web 框架



前面我们学习了 WSGI（服务器网关接口），它是 Web 服务器和 Web 应用程序或框架之间的一种

简单而通用的接口。也就是说，只要遵循 WSGI 接口规则，就可以自主开发 Web 框架。所以，各种开源 Web 框架至少有上百个，关于 Python 框架优劣的讨论也仍在继续。作为初学者，应该选择一些主流的框架来学习使用。这是因为主流框架文档齐全，技术积累较多，社区繁盛，并且能得到更好的支持。下面介绍几种 Python 的主流 Web 框架。

1. Django

这可能是最广为人知和使用最广泛的 Python Web 框架了。Django 有世界上最大的社区和最多的包。它的文档非常完善，并且提供了一站式的解决方案，包括缓存、ORM、管理后台、验证、表单处理等，使得开发复杂的数据库驱动的网站变得简单。但是，Django 系统耦合度较高，替换掉内置的功能比较麻烦，所以学习曲线也相当陡峭。

2. Flask

Flask 是一个轻量级 Web 应用框架。它的名字暗示了它的含义，它基本上就是一个微型的胶水框架。Flask 把 Werkzeug 和 Jinja 黏合在一起，所以它很容易被扩展。Flask 也有许多的扩展可以供用户使用，Flask 也有一群忠诚的粉丝和不断增加的用户群。它有一份很完善的文档，甚至还有一份唾手可得的常见范例。Flask 很容易使用，用户只需要几行代码就可以写出来“Hello World”。

3. Bottle

这个框架相对来说比较新。Bottle 才是名副其实的微框架——它只有大约 4500 行代码。它除了 Python 标准库以外，没有任何其他的依赖，甚至还有自己独特的一点儿模板语言。Bottle 的文档很详细并且抓住了事物的实质。它很像 Flask，也使用了装饰器来定义路径。

4. Tornado

Tornado 不单单是个框架，还是个 Web 服务器。它一开始是为 FriendFeed 开发的，后来在 2009 年的时候也给 Facebook 使用。它是为了解决实时服务而诞生的。为了做到这一点，Tornado 使用了异步非阻塞 IO，所以它的运行速度非常快。

以上 4 种框架各有优劣，使用时需要根据自身的应用场景选择适合自己的 Web 框架。在第 21 章，我们将学习其中的一个——Flask 框架。

20.4　小　　结

本章内容涉及知识比较广泛，既有前端 HTML、CSS 和 JavaScript 技术，又有后端 Python 的 WSGI 知识。相信读者在学习完本章后，能够对前端技术有一定的了解，能够理解 CGI、FASTCGI 和 WSGI 的关系，并能掌握 WSGI 技术开发网站。



第 21 章

Flask 框架

（视频讲解：75 分钟）

第 20 章我们介绍了如何使用 WSGI 进行 Web 开发，并且介绍了 4 种 Python 常用 Web 框架，本章我们将详细介绍如何使用 Flask 框架。通过对比 WSGI，读者将会发现使用 Web 框架开发 Web 应用程序的简单和高效。

通过阅读本章，您可以：

- **了解 Flask 框架的特点**
- **掌握如何安装、激活虚拟环境**
- **掌握如何搭建安装 Flask 及相关扩展**
- **掌握 Flask 路由、静态文件和蓝图**
- **掌握 Flask 模板技术**
- **掌握 Flask 创建、渲染表单技术**

21.1　Flask 简介

Flask 依赖两个外部库：Werkzeug 和 Jinja2。Werkzeug 是一个 WSGI（在 Web 应用和多种服务器之间的标准 Python 接口）工具集。Jinja2 负责渲染模板。所以，在安装 Flask 之前，需要安装这两个外部库，而最简单的方式就是使用 Virtualenv 创建虚拟环境。

21.1.1　安装虚拟环境



安装 Flask 最便捷的方式是使用虚拟环境。Virtualenv 为每个不同项目提供一份 Python 安装。它并没有真正安装多个 Python 副本，但是它确实提供了一种巧妙的方式来让各项目环境保持独立。

1. 安装 Virtualenv

Virtualenv 的安装非常简单，可以使用如下命令进行安装：

```
pip install virtualenv
```

安装完成后，可以使用如下命令检测 Virtualenv 版本：

```
virtualenv --version
```

如果运行效果如图 21.1 所示，则说明安装成功。

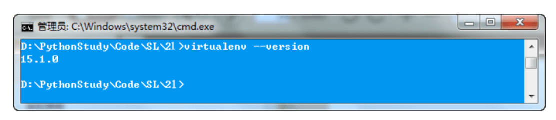


图 21.1　查看 Virtualenv 版本

2. 创建虚拟环境

下一步是使用 Virtualenv 命令在当前文件夹中创建 Python 虚拟环境。这个命令只有一个必需的参数，即虚拟环境的名字。创建虚拟环境后，当前文件夹中会出现一个子文件夹，名字就是上述命令中指定的参数，与虚拟环境相关的文件都保存在这个子文件夹中。按照惯例，一般虚拟环境会被命名为 venv。运行如下命令：

```
virtualenvvenv
```

运行完成后，在运行的目录下会新增一个 venv 文件夹，它保存一个全新的虚拟环境，其中有一个私有的 Python 解释器，如图 21.2 所示。



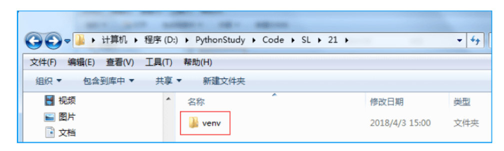


图 21.2　创建虚拟环境

3. 激活虚拟环境

在使用这个虚拟环境之前，需要先将其“激活”。可以通过下面的命令激活这个虚拟环境。

```
venv\Scripts\activate
```

激活后的效果如图 21.3 所示。

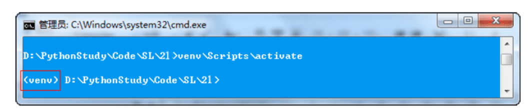


图 21.3　激活虚拟环境后的效果

21.1.2　安装 Flask



大多数 Python 包都使用 pip 实用工具安装，使用 Virtualenv 创建虚拟环境时会自动安装 pip。激活虚拟环境后，pip 所在的路径会被添加进 PATH。使用如下命令安装 Flask：

```
pip install flask
```

运行效果如图 21.4 所示。

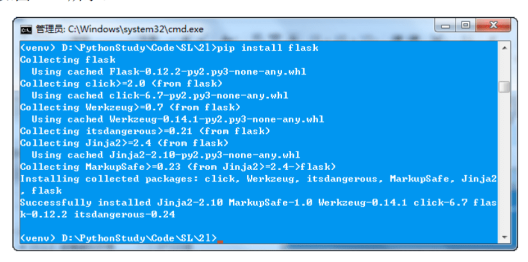


图 21.4　安装 Flask

安装完成以后，可以通过如下命令查看所有安装包：

```
pip list --format columns
```

运行结果如图 21.5 所示。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

(venv) D:\PythonStudy\Code\SL\21>pip list --format columns
Package      Version
------------ -------
click        6.7
Flask        0.12.2
itsdangerous 0.24
Jinja2       2.10
MarkupSafe   1.0
pip          9.0.3
setuptools   39.0.1
Werkzeug     0.14.1
wheel        0.31.0

(venv) D:\PythonStudy\Code\SL\21>
```

图 21.5　查看所有安装包

从图 21.5 中可以看到，已经成功安装了 Flask，并且也安装 Flask 的两个外部依赖库：Werkzeug 和 Jinja2。

21.1.3　第一个 Flask 程序



一切准备就绪，现在我们开始编写第一个 Flask 程序。由于是第一个 Flask 程序，当然要从最简单的“Hello World！”开始。

【例 21.1】 输出“Hello World!”。（**实例位置：资源包\TM\sl\21\01**）

在 venv 同级目录下创建一个 01.py 文件，代码如下：

```
01    from flask import Flask
02    app = Flask(__name__)
03
04    @app.route('/')
05    defhello_world():
06    return 'Hello World!'
07
08    if __name__ == '__main__':
09    app.run()
```

运行 hello.py 文件，运行效果如图 21.6 所示。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe - python  hello.py

(venv) D:\PythonStudy\Code\SL\21>python hello.py
 * Running on http://127.0.0.1:5000/ (Press CTRL+C to quit)
```

图 21.6　运行 hello.py 文件



然后在浏览器中输入网址“http://127.0.0.1:5000/”，运行效果如图 21.7 所示。

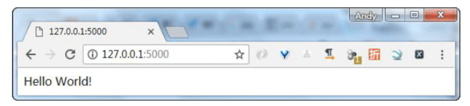


图 21.7　输出“Hello World!”

那么，这段代码做了什么？

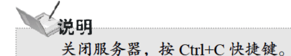
（1）首先，我们导入了 Flask 类。这个类的实例将会是我们的 WSGI 应用程序。

（2）接下来，我们创建一个该类的实例，第一个参数是应用模块或者包的名称。如果你使用单一的模块（如本例），你应该使用__name__，因为模块的名称将会因其作为单独应用启动还是作为模块导入而有不同（也是'__main__'或实际的导入名）。这是必需的，这样 Flask 才知道到哪儿去找模板、静态文件等。详情见 Flask 的文档。

（3）然后，我们使用 route()装饰器告诉 Flask 什么样的 URL 能触发我们的函数。

（4）这个函数的名字也在生成 URL 时被特定的函数采用，这个函数返回我们想要显示在用户浏览器中的信息。

（5）最后我们用 run()函数来让应用运行在本地服务器上。其中“if __name__=='__main__':”确保服务器只会在该脚本被 Python 解释器直接执行的时候才会运行，而不是作为模块导入的时候。



关闭服务器，按 Ctrl+C 快捷键。

21.2　Flask 基础

21.2.1　开启调试模式



虽然 run()方法适用于启动本地的开发服务器，但是用户每次修改代码后都要手动重启它。这样并不够优雅，而且 Flask 可以做到更好。如果你启用了调试支持，服务器会在代码修改后自动重新载入，并在发生错误时提供一个相当有用的调试器。

有两种途径来启用调试模式。一种是直接在应用对象上设置：

```
app.debug = True
app.run()
```

另一种是作为 run()方法的一个参数传入：

```
app.run(debug=True)
```

两种方法的效果完全相同。

21.2.2 路由



客户端（如 Web 浏览器）把请求发送给 Web 服务器，Web 服务器再把请求发送给 Flask 程序实例。程序实例需要知道对每个 URL 请求运行哪些代码，所以保存了一个 URL 到 Python 函数的映射关系。处理 URL 和函数之间关系的程序称为路由。

在 Flask 程序中定义路由的最简便方式，是使用程序实例提供的 app.route 修饰器把修饰的函数注册为路由。下面的例子说明如何使用这个修饰器声明路由：

```
01  @app.route('/')
02  def index():
03  return '<h1>Hello World!</h1>'
```

说明

修饰器是 Python 语言的标准特性，可以使用不同的方式修改函数的行为。惯常用法是使用修饰器把函数注册为事件的处理程序。

但是，不仅如此！你可以构造含有动态部分的 URL，也可以在一个函数上附着多个规则。

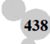
1. 变量规则

要给 URL 添加变量部分，你可以把这些特殊的字段标记为<variable_name>，这个部分将会作为命名参数传递到你的函数。规则可以用<converter:variable_name>指定一个可选的转换器。

【例 21.2】 根据参数输出相应信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\21\02**）

创建 02.py 文件，以实例 21.1 代码为基础，添加如下代码：

```
01  @app.route('/user/<username>')
02  defshow_user_profile(username):
03  # 显示该用户名的用户信息
04  return 'User %s' % username
05
06  @app.route('/post/<int:post_id>')
07  defshow_post(post_id):
08  # 根据 ID 显示文章，ID 是整型数据
09  return 'Post %d' % post_id
```



上述代码中使用了转换器。它有下面 3 种：

☑　int：接收整数。

☑　float：同 int，但是接收浮点数。

☑　path：和默认的相似，但也接收斜线。

运行 hello.py 文件，运行结果如图 21.8 和图 21.9 所示。



图 21.8　获取用户信息

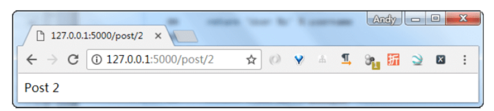


图 21.9　获取文章信息

2. 构造 URL

如果 Flask 能匹配 URL，那么 Flask 可以生成它们吗？当然可以。你可以用 url_for()来给指定的函数构造 URL。它接收函数名作为第一个参数，也接收对应 URL 规则的变量部分的命名参数。未知变量部分会添加到 URL 末尾作为查询参数。

【例 21.3】 使用 url_for()函数获取 URL 信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\21\03**）

创建 03.py 文件，以实例 21.2 为基础添加如下代码：

```
01  from flask import Flask , url_for
02  app = Flask(__name__)
03
04  # 省略其余代码
05
06  @app.route('/url/')
07  defget_url():
08      # 根据 ID 显示文章，ID 是整型数据
09  return url_for('show_post',post_id=2)
10
11  if __name__ == '__main__':
12  app.run(debug=True)
```

上述代码中设置了“/url/”路由，访问该路由时，返回“show_post”函数的 URL 信息。运行结果如图 21.10 所示。

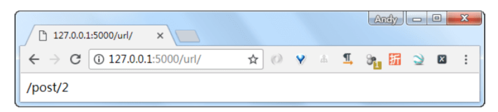


图 21.10　url_for()函数应用效果图

3. HTTP 方法

HTTP（与 Web 应用会话的协议）有许多不同的访问 URL 方法。默认情况下，路由只回应 GET 请求，但是通过 route()装饰器传递 methods 参数可以改变这个行为。例如下面的代码：

```
01    @app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
02    def login():
03    ifrequest.method == 'POST':
04    do_the_login()
05    else:
06    show_the_login_form()
```

HTTP 方法（也经常被叫作“谓词”）告知服务器，客户端想对请求的页面做些什么。常见的方法如表 21.1 所示。

表 21.1　常用的 HTTP 方法

方　法　名	说　　明
GET	浏览器告知服务器：只获取页面上的信息并发给我。这是最常用的方法
HEAD	浏览器告诉服务器：欲获取信息，但是只关心消息头。应用应像处理 GET 请求一样来处理它，但是不分发实际内容。在 Flask 中你完全无须人工干预，底层的 Werkzeug 库已经替你处理好了
POST	浏览器告诉服务器：想在 URL 上发布新信息。并且，服务器必须确保数据已存储且仅存储一次。这是 HTML 表单通常发送数据到服务器的方法
PUT	类似 POST 但是服务器可能触发了存储过程多次，多次覆盖掉旧值。你可能会问这有什么用，当然这是有原因的。考虑到传输中连接可能会丢失，在这种情况下浏览器和服务器之间的系统可能安全地第二次接收请求，而不破坏其他东西。因为 POST 只触发一次，所以用 POST 是不可能的
DELETE	删除给定位置的信息
OPTIONS	给客户端提供一个敏捷的途径来弄清这个 URL 支持哪些 HTTP 方法。从 Flask 0.6 开始，实现了自动处理

21.2.3　静态文件



动态 Web 应用也会需要静态文件，通常是 CSS 和 JavaScript 文件。理想情况下，你已经配置好 Web



服务器来提供静态文件，但是在开发中，Flask 也可以做到。只要在你的包中或是模块的所在目录中创建一个名为 static 的文件夹，在应用中使用/static 即可访问。

给静态文件生成 URL，使用特殊的“static”端点名：

```
url_for('static', filename='style.css')
```

这个文件应该存储在文件系统上的 static/style.css。

21.2.4　蓝图



Flask 用蓝图（blueprints）的概念来在一个应用中或跨应用制作应用组件和支持通用的模式。蓝图很好地简化了大型应用工作的方式，并提供给 Flask 扩展在应用上注册操作的核心方法。一个 Blueprint 对象与Flask应用对象的工作方式很像，但它确实不是一个应用，而是一个描述如何构建或扩展应用的蓝图。

Flask 中的蓝图为如下这些情况而设计：

☑ 把一个应用分解为一个蓝图的集合。这对大型应用是理想的。一个项目可以实例化一个应用对象，初始化几个扩展，并注册一个集合的蓝图。

☑ 以 URL 前缀和/或子域名在应用上注册一个蓝图。URL 前缀/子域名中的参数即成为这个蓝图下的所有视图函数的共同的视图参数（默认情况下）。

☑ 在一个应用中用不同的 URL 规则多次注册一个蓝图。

☑ 通过蓝图提供模板过滤器、静态文件、模板和其他功能。一个蓝图不一定要实现应用或者视图函数。

☑ 初始化一个 Flask 扩展时，在这些情况中注册一个蓝图。

☑ Flask 中的蓝图不是即插应用，因为它实际上并不是一个应用——它是可以注册，甚至可以多次注册到应用上的操作集合。为什么不使用多个应用对象呢？你可以做到那样，但是你的应用的配置是分开的，并需要在 WSGI 层管理。

21.3　模　　板



模板是一个包含响应文本的文件，其中包含用占位变量表示的动态部分，其具体值只在请求的上下文中才能知道。使用真实值替换变量，再返回最终得到的响应字符串，这一过程称为渲染。为了渲染模板，Flask 使用了一个名为 Jinja2 的强大模板引擎。

21.3.1　渲染模板

默认情况下，Flask 在程序文件夹中的 templates 子文件夹中寻找模板。下面通过一个实例学习如何

渲染模板。

【例 21.4】 使用 url_for()函数获取 URL 信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\21\04**）

在 venv 同级目录下创建 templates 文件夹，然后创建两个文件并分别命名为 index.html 和 user.html。然后在 venv 同级目录下创建 04.py 文件，渲染这些模板。目录结构如图 21.11 所示。

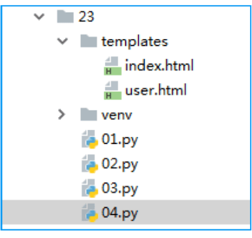


图 21.11　目录结构

templates\index.html 代码如下：

```
01    <!DOCTYPE html>
02    <html lang="en">
03    <head>
04    <meta charset="UTF-8">
05    <title></title>
06    </head>
07    <body>
08    <h1>Hello World!</h1>
09    </body>
10    </html>
```

templates\user.html 代码如下：

```
01    <!DOCTYPE html>
02    <html lang="en">
03    <head>
04    <meta charset="UTF-8">
05    <title>Title</title>
06    </head>
07    <body>
08    <h1>Hello, {{ name }}!</h1>
09    </body>
10    </html>
```



04.py 代码如下：

```
01	from flask import Flask
02	app = Flask(__name__)
03
04	@app.route('/')
05	defhello_world():
06	return render_template('index.html')
07
08	@app.route('/user/<username>')
09	defshow_user_profile(username):
10	# 显示该用户名的用户信息
11	return render_template('user.html', name=name)
12
13	if __name__ == '__main__':
14	app.run(debug=True)
```

Flask 提供的 render_template()函数把 Jinja2 模板引擎集成到了程序中。render_template()函数的第一个参数是模板的文件名。随后的参数都是键值对，表示模板中变量对应的真实值。在这段代码中，第二个模板收到一个名为 name 的变量。前例中的 name=name 是关键字参数，这类关键字参数很常见，但如果你不熟悉它们的话，可能会觉得迷惑且难以理解。左边的 name 表示参数名，就是模板中使用的占位符；右边的 name 是当前作用域中的变量，表示同名参数的值。

运行效果与实例 21.2 相同。

21.3.2　变量

实例 21.4 在模板中使用的{{ name }}结构表示一个变量，它是一种特殊的占位符，告诉模板引擎这个位置的值从渲染模板时使用的数据中获取。Jinja2 能识别所有类型的变量，甚至是一些复杂的类型，如列表、字典和对象。在模板中使用变量的一些示例如下：

```
<p>从字典中取一个值: {{ mydict['key'] }}.</p>
<p>从列表中取一个值: {{ mylist[3] }}.</p>
<p>从列表中取一个带索引的值: {{ mylist[myintvar] }}.</p>
<p>从对象的方法中取一个值: {{ myobj.somemethod() }}.</p>
```

可以使用过滤器修改变量，过滤器名添加在变量名之后，中间使用竖线分隔。例如，下述模板以首字母大写形式显示变量 name 的值：

```
Hello, {{ name|capitalize }}
```

Jinja2 提供的部分常用过滤器如表 21.2 所示。

表 21.2　常用过滤器

名　　称	说　　明
safe	渲染值时不转义
capitalize	把值的首字母转换成大写，其他字母转换成小写
lower	把值转换成小写形式
upper	把值转换成大写形式
title	把值中每个单词的首字母都转换成大写
trim	把值的首尾空格去掉
striptags	渲染之前把值中所有的 HTML 标签都删掉

safe 过滤器值得特别说明一下。默认情况下，出于安全考虑，Jinja2 会转义所有变量。例如，如果一个变量的值为 '<h1>Hello</h1>' ，Jinja2 会将其渲染成'<h1>Hello</h1>'，浏览器能显示这个 h1 元素，但不会进行解释。很多情况下需要显示变量中存储的 HTML 代码，这时就可使用 safe 过滤器。

21.3.3　控制结构

Jinja2 提供了多种控制结构，可用来改变模板的渲染流程。本节使用简单的例子介绍其中最有用的控制结构。

下面这个例子展示如何在模板中使用条件控制语句：

```
01  {% if user %}
02  Hello, {{ user }}!
03  {% else %}
04  Hello, Stranger!
05  {% endif %}
```

另一种常见需求是在模板中渲染一组元素。下例展示如何使用 for 循环实现这一需求：

```
01  <ul>
02  {% for comment in comments %}
03  <li>{{ comment }}</li>
04  {% endfor %}
05  </ul>
```

Jinja2 还支持宏。宏类似于 Python 代码中的函数。例如：

```
01  {% macro render_comment(comment) %}
02  <li>{{ comment }}</li>
```



```
03 {% endmacro %}
04 <ul>
05 {% for comment in comments %}
06 {{ render_comment(comment) }}
07 {% endfor %}
08 </ul>
```

为了重复使用宏，我们可以将其保存在单独的文件中，然后在需要使用的模板中导入：

```
01 {% import 'macros.html' as macros %}
02 <ul>
03 {% for comment in comments %}
04 {{ macros.render_comment(comment) }}
05 {% endfor %}
06 </ul>
```

需要在多处重复使用的模板代码片段可以写入单独的文件，再包含在所有模板中，以避免重复：

```
{% include 'common.html' %}
```

另一种重复使用代码的强大方式是模板继承，它类似于 Python 代码中的类继承。首先，创建一个名为 base.html 的基模板：

```
01 <html>
02 <head>
03 {% block head %}
04 <title>{% block title %}{% endblock %} - My Application</title>
05 {% endblock %}
06 </head>
07 <body>
08 {% block body %}
09 {% endblock %}
10 </body>
11 </html>
```

block 标签定义的元素可在衍生模板中修改。在本例中，我们定义了名为 head、title 和 body 的块。注意，title 包含在 head 中。下面这个示例是基模板的衍生模板：

```
01 {% extends "base.html" %}
02 {% block title %}Index{% endblock %}
03 {% block head %}
04 {{ super() }}
05 <style>
06 </style>
07 {% endblock %}
```

```
08    {% block body %}
09    <h1>Hello, World!</h1>
10    {% endblock %}
```

extends 指令声明这个模板衍生自 base.html。在 extends 指令之后，基模板中的 3 个块被重新定义，模板引擎会将其插入适当的位置。注意新定义的 head 块，在基模板中其内容不是空的，所以使用 super() 获取原来的内容。

21.4　Web 表单



表单是允许用户跟你的 Web 应用交互的基本元素。Flask 自己不会帮你处理表单，但 Flask-WTF 插件允许用户在 Flask 应用中使用著名的 WTForms 包。这个包使得定义表单和处理表单功能变得轻松。

WTForms 的安装非常简单，使用如下命令即可安装：

```
pip install flask-wtf
```

安装完成后，使用如下命令查看所有安装包：

```
piplist  —format columns
```

如果安装成功，列表中会有 Flask-WTF 及其依赖包 WTForms，如图 21.12 所示。

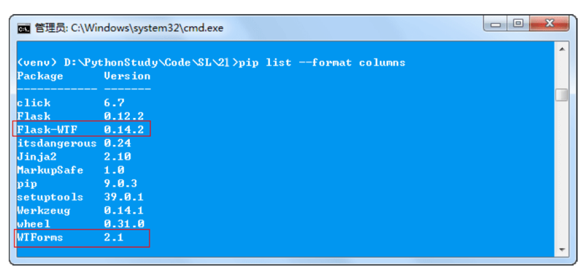


图 21.12　查看安装包

21.4.1　CSRF 保护和验证

CSRF 全称是 cross site request forgery，即跨站请求伪造。CSRF 通过第三方伪造表单数据，以 POST



到应用服务器上。例如，假设明日学院网站允许用户通过提交一个表单来注销账户。这个表单发送一个 POST 请求到明日学院服务器的注销页面，并且用户已经登录，就可以注销账户。如果黑客在他自己的网站中创建一个会发送到明日学院服务器的同一个注销页面的表单。现在，假如有个用户单击了黑客设置网站的表单的“提交”按钮，同时这个用户又登录了邮件账号，那么他的账户就会被注销。

所以我们怎样判断一个 POST 请求是否来自网站自己的表单呢？WTForms 在渲染每个表单时生成一个独一无二的 token，使得这一切变得可能。那个 token 将在 POST 请求中随表单数据一起传递，并且会在表单被接受之前进行验证。关键在于 token 的值取决于存储在用户的会话（cookies）中的一个值，而且会在一定时间（默认 30 分钟）之后过时。这样只有登录了页面的用户才能提交一个有效的表单，而且仅仅是在登录页面 30 分钟之内才能这么做。

默认情况下，Flask-WTF 能保护所有表单免受跨站请求伪造的攻击。恶意网站把请求发送到被攻击者已登录的其他网站时就会引发 CSRF 攻击。为了实现 CSRF 保护，Flask-WTF 需要程序设置一个密钥。Flask-WTF 使用这个密钥生成加密令牌，再用令牌验证请求中表单数据的真伪。设置密钥的方法如下所示：

```
app = Flask(__name__)
app.config['SECRET_KEY'] = 'mrsoft'
```

app.config 字典可用来存储框架、扩展和程序本身的配置变量。使用标准的字典句法就能把配置值添加到 app.config 对象中。这个对象还提供了一些方法，可以从文件或环境中导入配置值。

SECRET_KEY 配置变量是通用密钥，可在 Flask 和多个第三方扩展中使用。如其名所示，加密的强度取决于变量值的机密程度。不同的程序要使用不同的密钥，而且要保证其他人不知道你所用的字符串。

21.4.2　表单类

使用 Flask-WTF 时，每个 Web 表单都由一个继承自 Form 的类表示。这个类定义表单中的一组字段，每个字段都用对象表示。字段对象可附属一个或多个验证函数。验证函数用来验证用户提交的输入值是否符合要求。例如，使用 Flask-WTF 创建包含一个文本字段、密码字段和一个提交按钮的简单的 Web 表单，代码如下：

```
01	from flask_wtf import FlaskForm
02	from wtforms import StringField, PasswordField,SubmitField
03	from wtforms.validators import Required
04	class NameForm(FlaskForm):
05	    name = StringField('请输入姓名', validators=[Required()])
06	    password = PasswordField('请输入密码', validators=[Required()])
07	    submit = SubmitField('Submit')
```

这个表单中的字段都定义为类变量，类变量的值是相应字段类型的对象。在这个示例中，NameForm 表单中有一个名为 name 的文本字段、一个名为 password 的密码字段和一个名为 submit 的提交按钮。

StringField 类表示属性为 type="text"的<input>元素。SubmitField 类表示属性为 type="submit"的<input>元素。字段构造函数的第一个参数是把表单渲染成 HTML 时使用的标号。StringField 构造函数中的可选参数 validators 指定一个由验证函数组成的列表，在接受用户提交的数据之前验证数据。验证函数 Required()确保提交的字段不为空。


说明

Form 基类由 Flask-WTF 扩展定义，所以从 flask.ext.wtf 中导入。字段和验证函数却可以直接从 WTForms 包中导入。

上述代码中，我们只使用了 3 个 HTML 标准字段，WTForms 还支持很多其他的 HTML 标准字段，如表 21.3 所示。

表 21.3　WTForms 支持的 HTML 标准字段

字 段 类 型	说　　明
StringField	文本字段
TextAreaField	多行文本字段
PasswordField	密码文本字段
HiddenField	隐藏文本字段
DateField	文本字段，值为 datetime.date 格式
DateTimeField	文本字段，值为 datetime.datetime 格式
IntegerField	文本字段，值为整数
DecimalField	文本字段，值为 decimal.Decimal
FloatField	文本字段，值为浮点数
BooleanField	复选框，值为 True 和 False
RadioField	一组单选框
SelectField	下拉列表
SelectMultipleField	下拉列表，可选择多个值
FileField	文件上传字段
SubmitField	表单提交按钮
FormField	把表单作为字段嵌入另一个表单
FieldList	一组指定类型的字段

WTForms 内置的验证函数如表 21.4 所示。



表 21.4　WTForms 内置验证函数

字 段 类 型	说　　明
Email	验证电子邮件地址
EqualTo	比较两个字段的值；常用于要求输入两次密码进行确认的情况
IPAddress	验证 IPv4 网络地址
Length	验证输入字符串的长度
NumberRange	验证输入的值在数字范围内
Optional	无输入值时跳过其他验证函数
Required	确保字段中有数据
Regexp	使用正则表达式验证输入值
URL	验证 URL
AnyOf	确保输入值在可选值列表中

21.4.3　把表单渲染成 HTML

表单字段是可调用的，在模板中调用后会渲染成 HTML。假设视图函数把一个 NameForm 实例通过参数 form 传入模板，在模板中可以生成一个简单的表单。

【例 21.5】 使用 url_for()函数获取 URL 信息。（**实例位置：资源包\TM\sl\21\05**）

创建 05.py 文件，在该文件中定义一个 Loginform 类。Loginform 类有 3 个属性，分别是 name（用户名）、password（密码）和 submit（提交按钮）。具体代码如下：

```
01  from flask import Flask , render_template
02  from flask_wtf import FlaskForm
03  from wtforms import StringField, PasswordField,SubmitField
04  from wtforms.validators import Required
05
06  class LoginForm(FlaskForm):
07      name = StringField(label='用户名', validators=[Required("用户名不能为空")])
08      password = PasswordField(label='密码', validators=[Required("密码不能为空")])
09      submit = SubmitField(label="提交")
10
11  app = Flask(__name__)
12  app.config['SECRET_KEY'] = 'mrsoft'
13
14  @app.route('/', methods=['GET', 'POST'])
15  def index():
16      form = LoginForm()
17      data = {}
```

```
18          if form.validate_on_submit():
19              data['name'] = form.name.data
20              data['password'] = form.password.data
21          return render_template('index.html', form=form,data=data)
22
23  if __name__ == '__main__':
24  app.run(debug=True)
```

上述代码中，app.route 修饰器中添加的 methods 参数告诉 Flask 在 URL 映射中把这个视图函数注册为 GET 和 POST 请求的处理程序。如果没指定 methods 参数，就只把视图函数注册为 GET 请求的处理程序。把 POST 加入方法列表很有必要，因为将提交表单作为 POST 请求进行处理更加便利。表单也可作为 GET 请求提交，不过 GET 请求没有主体，提交的数据以查询字符串的形式附加到 URL 中，可在浏览器的地址栏中看到。基于这个以及其他多个原因，提交表单大都作为 POST 请求进行处理。

局部变量 name 和 password 用来存放表单中输入的有效用户名和密码，如果没有输入，其值为 None。如上述代码所示，在视图函数中创建一个 LoginForm 类实例用于表示表单。提交表单后，如果数据能被所有验证函数接受，那么 validate_on_submit()方法的返回值为 True，否则返回 False。这个函数的返回值决定是重新渲染表单还是处理表单提交的数据。

修改 templates 目录下的 index.html 文件，在该文件中定义一个表单，使用 flask-wtf 渲染表单，具体代码如下：

```
01  <!DOCTYPE html>
02  <html lang="en">
03  <head>
04  <meta charset="UTF-8">
05  </head>
06  <body>
07  <div class="container">
08  <h1>Hello World!</h1>
09  <form action="" method="post">
10  <div>
11              {{ form.name.label }}
12              {{ form.name }}
13  </div>
14              {% for err in form.name.errors %}
15  <div class="col-md-12">
16  <p style="color: red">{{ err }}</p>
17  </div>
18              {% endfor %}
19  <div>
20              {{ form.password.label }}
21              {{ form.password }}
22              {% for err in form.password.errors %}
23  <div>
```

```
24   <p style="color: red">{{ err }}</p>
25   </div>
26              {% endfor %}
27   </div>
28              {{ form.csrf_token }}
29              {{ form.submit }}
30   </form>
31         {% if data   %}
32   您输入的用户名为：{{ data['name'] }}
33   <br>
34   您输入的密码为：{{ data['password'] }}
35         {% endif %}
36   </body>
37   </html>
```

运行 05.py 文件，在浏览器中输入网址“127.0.0.1:5000”。用户第一次访问程序时，服务器会收到一个没有表单数据的 GET 请求，所以 validate_on_submit()将返回 False。if 语句的内容将被跳过，通过渲染模板处理请求，并传入表单对象和值为 None 的 name 变量作为参数。用户会看到浏览器中显示了一个表单。运行效果如图 21.13 所示。

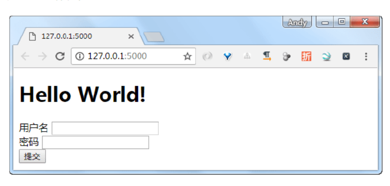


图 21.13　显示表单页面

如果用户提交表单之前没有输入用户名或密码，Required()验证函数会捕获这个错误，如图 21.14 所示。

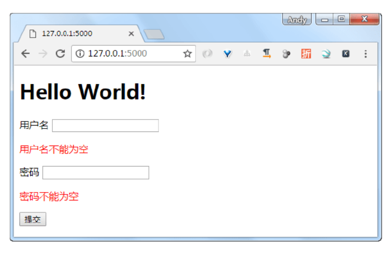


图 21.14　验证提交字段效果

如果用户填写了用户名和密码并单击“提交”按钮，运行结果如图 21.15 所示。

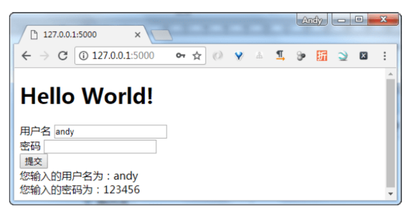


图 21.15　显示提交内容

21.5　小　　结

本章首先简要介绍了 Flask，主要包括 Virtualenv 虚拟环境的安装、创建和激活。然后介绍了如何安装 Flask，以及编写第一个 Flask 程序输出“Hello World！”。接下来又介绍了 Flask 的基础知识，包括开启调试模式、路由和静态文件等。最后介绍了模板和 Web 表单的使用。通过本章的学习，读者会对 Flask 有基本的了解，并能够使用 Flask 制作简单的 Web 网站。学习好本章的内容，将会为下一章使用 Flask 开发完整的项目打下良好的基础。



项目实战

本篇通过一个完整的Web项目——e起去旅行网站，运用软件工程的设计思想，让读者学习如何进行软件项目的实践开发。书中按照“系统功能设计→数据库设计→前台模块设计→后台模块设计”的流程进行介绍，带领读者亲身体验使用Flask框架开发Web项目的全过程。

第 22 章

e 起去旅行网站

（视频讲解：143 分钟）

第 21 章介绍了 Flask 框架的基本使用方法，本章我们就应用 Flask 框架实现一个介绍旅游景区及旅游攻略的网站——e 起去旅行网站。e 起去旅行网站是一个包括前台和后台的完整网站。前台主要包括用户登录、注册以及景区内容的展现，而后台主要包括景区管理、游记管理、用户管理等内容的增删改查。

通过阅读本章，您可以：



- **了解网站的开发流程**
- **了解 Web 前端技术**
- **了解 MySQL 相关技术**
- **掌握 Flask 框架基础知识**
- **掌握常用的 Flask 扩展**
- **掌握 Python Web 开发基础知识**

22.1　系统功能设计



22.1.1　系统功能结构

e 起去旅行网站包括前台和后台两个部分。前台主要负责页面的展示，包括首页推荐景区、推荐地区、景区介绍、景区收藏以及景区游记等。网站的前台功能模块如图 22.1 所示。而后台则主要负责数据的增删改查，包括添加地区、添加景区、添加游记等，后台功能模块如图 22.2 所示。

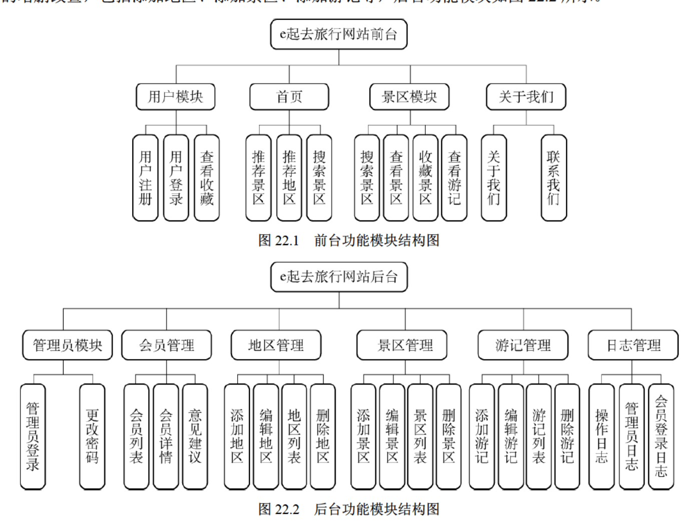
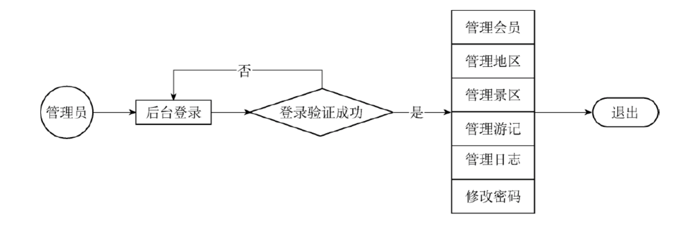


图 22.1　前台功能模块结构图

图 22.2　后台功能模块结构图

22.1.2　系统业务流程

e 起去旅行网站涉及的角色主要有两个：管理员和用户。管理员负责后台数据的增删改查，而用户则可以通过浏览网页访问前台信息。具体流程如图 22.3 所示。



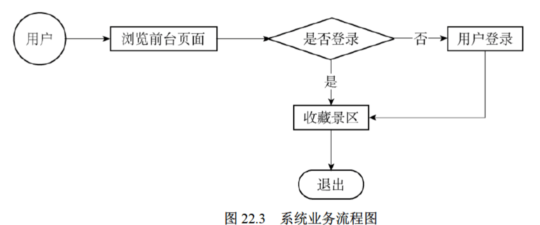


图 22.3　系统业务流程图

22.2　系统开发必备



22.2.1　系统开发环境

本系统的软件开发及运行环境具体如下。

☑　操作系统：Windows 7 及以上。

☑　虚拟环境：virtualenv。

☑　MySQL 图形化管理软件：Navicat for MySQL。

☑　开发工具：PyCharm / Sublime Text 3 等。

☑　Flask 版本：0.12.2。

☑　浏览器：Google Chrome 浏览器。

22.2.2　文件夹组织结构

在进行网站开发前，首先要规划网站的架构。也就是说，建立多个文件夹对各个功能模块进行划分，



实现统一管理，这样做易于网站的开发、管理和维护。不同于大多数其他的 Web 框架，Flask 并不强制要求大型项目使用特定的组织方式，程序结构的组织方式完全由开发者决定。在 e 起去旅行项目中使用包和模块方式组织程序。文件夹组织结构如图 22.4 所示。

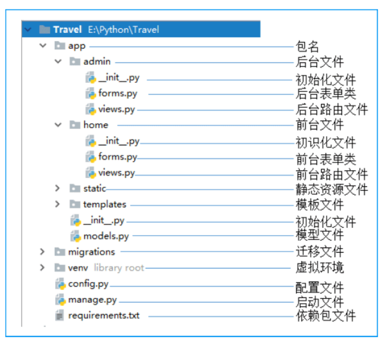


图 22.4　文件夹组织结构

在图 22.4 的文件夹组织结构中，有 3 个顶级文件夹：

☑　app：Flask 程序的包名，一般都命名为 app。该文件夹下还包含两个包：home（前台）和 admin（后台）。每个包下又包含 3 个文件：__init__.py（初始化文件）、forms.py（表单文件）和 views（路由文件）。

☑　migrations：数据库迁移脚本。

☑　venv：Python 虚拟环境。

同时还创建了一些新文件：

☑　requirements.txt：列出了所有依赖包，便于在其他计算机中重新生成相同的虚拟环境。

☑　config.py：存储配置。

☑　manage.py：用于启动程序以及其他的程序任务。

在本项目中，使用 flask-script 扩展以命令行方式生成数据库表和启动服务。生成数据表的命令如下：

```
python  manage.py  db  init       # 创建迁移仓库，首次使用
python  manage.py  db  migrate    # 创建迁移脚本
python  manage.py  db  upgrade    # 把迁移应用到数据库中
```

启动服务的命令如下：

```
python  manage.py  runserver
```

22.3 数据库设计



22.3.1 数据库概要说明

本项目采用 MySQL 数据库，数据库名称为 travel，其中包含 10 张数据表，数据表名称及作用如表 22.1 所示。

表 22.1 数据库表结构

表　名	含　义	作　用
admin	管理员表	用于存储管理员用户信息
adminlog	管理员登录日志表	用于存储管理员登录后台的日志信息
user	用户表	用于存储用户的信息
user_log	用户登录日志表	用于存储用户登录后台的日志信息
oplog	操作日志	用于后台操作信息
area	地区表	用于存储地区信息
scenic	景区表	用于存储景区信息
collect	收藏表	用于存储收藏的景区信息
travels	游记表	用于存储景区游记信息
suggestion	意见建议表	用于存储用户的意见建议信息

22.3.2 数据表模型

本项目中使用 SQLAlchemy 进行数据库操作，将所有的模型放置到一个单独的 models 模块中，使程序的结构更加明晰。SQLAlchemy 是一个常用的数据库抽象层和数据库关系映射包（ORM），并且需要一些设置才可以使用，因此使用 Flask-SQLAlchemy 扩展来操作它。

由于篇幅有限，这里只给出 models.py 模型文件中比较重要的代码。关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\models.py >

```
01    from . import db
02    from datetime import datetime
03
04    # 地区
05    class Area(db.Model):
06        __tablename__ = "area"
```



```
07      id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)                          # 编号
08      name = db.Column(db.String(100), unique=True)                         # 标题
09      addtime = db.Column(db.DateTime, index=True, default=datetime.now)    # 添加景区时间
10      is_recommended = db.Column(db.Boolean(), default=0)                   # 是否推荐
11      introduction = db.Column(db.Text)                                     # 景区简介
12      scenic = db.relationship("Scenic", backref='area')                    # 外键关系关联
13
14      def __repr__(self):
15          return "<Area %r>" % self.name
16
17  # 景区
18  class Scenic(db.Model):
19      __tablename__ = "scenic"
20      id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)                          # 编号
21      title = db.Column(db.String(255), unique=True)                        # 标题
22      star   = db.Column(db.Integer)                                        # 星级
23      logo = db.Column(db.String(255), unique=True)                         # 封面
24      introduction = db.Column(db.Text)                                     # 景区简介
25      content = db.Column(db.Text)                                          # 景区内容描述
26      address = db.Column(db.Text)                                          # 景区地址
27      is_hot   = db.Column(db.Boolean(), default=0)                         # 是否热门
28      is_recommended = db.Column(db.Boolean(), default=0)                   # 是否推荐
29      area_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('area.id'))             # 所属标签
30      addtime = db.Column(db.DateTime, index=True, default=datetime.now)    # 添加时间
31      collect = db.relationship("Collect", backref='scenic')                # 收藏外键关系关联
32      travels = db.relationship("Travels", backref='scenic')                # 游记外键关系关联
33
34      def __repr__(self):
35          return "<Scenic %r>" % self.title
36
37  # 游记
38  class Travels(db.Model):
39      __tablename__ = "travels"
40      id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)                          # 编号
41      title = db.Column(db.String(255),unique=True)                         # 标题
42      author = db.Column(db.String(255))                                    # 作者
43      content = db.Column(db.Text)                                          # 游记内容
44      scenic_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('scenic.id'))         # 所属景区 ID
45      addtime = db.Column(db.DateTime, index=True, default=datetime.now)    # 添加时间
46
47
48  # 景区收藏
49  class Collect(db.Model):
50      __tablename__ = "collect"
51      __table_args__ = {"useexisting": True}
52      id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)                          # 编号
53
54      scenic_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('scenic.id'))         # 所属景区
```

```
55        user_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('user.id'))              # 所属用户
56        addtime = db.Column(db.DateTime, index=True, default=datetime.now)     # 添加时间
57
58        def __repr__(self):
59            return "<Collect %r>" % self.id
60
```

22.3.3 数据表关系

本项目中主要数据表的关系为：一个地区（area 表）对应多个景区（scenic 表），一个景区对应多个游记（travels 表）。一个用户（user 表）可以有多个收藏（collect 表），一个景区（scenic 表）可以被收藏（collect 表）多次。使用 ER 图来直观地展现数据表之间的关系，如图 22.5 所示。

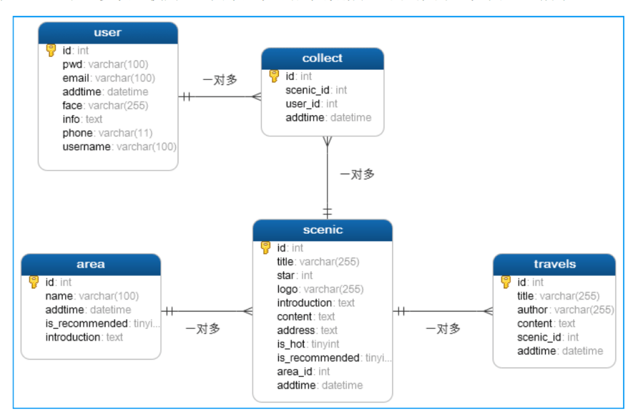


图 22.5　主要表关系

22.4　前台用户模块设计

22.4.1 会员注册功能实现



会员注册模块主要用于实现新用户注册成为网站会员的功能。在会员注册页面中，用户需要填写满



足条件的如下信息：

☑ 用户名：不能为空。

☑ 邮箱：不能为空，需要满足邮箱格式，并且每个用户只能使用唯一的一个邮箱。

☑ 密码：不能为空。

☑ 确认密码：不能为空，并且与“密码”保持一致。

如果满足以上条件，用户注册成功，就将填写的会员信息保存到数据库中，否则注册失败，并给出错误提示。会员注册页面路由的关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  # _*_ coding: utf-8 _*_
02  from . import home
03  from app import db
04  from app.home.forms import LoginForm,RegisterForm,SuggetionForm
05  from app.models import User ,Area,Scenic,Travels,Collect,Suggestion,Userlog
06  from flask import render_template, url_for, redirect, flash, session, request
07  from werkzeug.security import generate_password_hash
08  from sqlalchemy import and_
09  from functools import wraps
10
11  @home.route("/register/", methods=["GET", "POST"])
12  def register():
13      """
14      注册功能
15      """
16      form = RegisterForm()                                  # 导入注册表单
17      if form.validate_on_submit():                          # 提交注册表单
18          data = form.data                                   # 接收表单数据
19          # 为 User 类属性赋值
20          user = User(
21              username = data["username"],                   # 用户名赋值
22              email = data["email"],                         # 邮箱赋值
23              pwd = generate_password_hash(data["pwd"]),     # 对密码加密后赋值
24          )
25          db.session.add(user)                               # 添加数据
26          db.session.commit()                                # 提交数据
27          flash("注册成功！", "ok")                           # 使用 flask 存储成功信息
28      return render_template("home/register.html", form=form)  # 渲染模板
```

上述代码中，包括了显示用户注册页面和提交用户注册信息两部分功能。当 if 语句条件 form.validate_on_submit 不为真，即用户使用 GET 方式访问路由时，只渲染模板，显示注册页面。当 form.validate_on_submit 为真，即用户使用 POST 方式访问路由时，提交注册表单，执行用户注册的业务逻辑。下面分别介绍这两种情况。

1. 显示注册页面

用户使用浏览器访问“127.0.0.1:5000/register”，匹配到路由@home.route("/register/")，执行 register()

函数。首先实例化 RegisterForm()类，RegisterForm()类是从 app.home.forms 模块导入，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\forms.py >

```
01   # _*_ coding: utf-8 _*_
02   from flask_wtf import FlaskForm
03   from wtforms import StringField, PasswordField, SubmitField, FileField, TextAreaField
04   from wtforms.validators import DataRequired, Email, Regexp, EqualTo, ValidationError
05   from app.models import User
06
07   class RegisterForm(FlaskForm):
08       """
09       用户注册表单
10       """
11       username = StringField(
12           validators=[
13               DataRequired("用户名不能为空！"),
14           ],
15           description="用户名",
16           render_kw={
17               "placeholder": "请输入用户名！",
18           }
19       )
20       email = StringField(
21           validators=[
22               DataRequired("邮箱不能为空！"),
23               Email("邮箱格式不正确！")
24           ],
25           description="邮箱",
26           render_kw={
27               "type": "email",
28               "placeholder": "请输入邮箱！",
29           }
30       )
31       pwd = PasswordField(
32           validators=[
33               DataRequired("密码不能为空！")
34           ],
35           description="密码",
36           render_kw={
37               "placeholder": "请输入密码！",
38           }
39       )
40       repwd = PasswordField(
41           validators=[
42               DataRequired("请输入确认密码！"),
43               EqualTo('pwd', message="两次密码不一致！")
44           ],
45           description="确认密码",
```

```
46              render_kw={
47                  "placeholder": "请输入确认密码！",
48              }
49          )
50          submit = SubmitField(
51              '注册',
52              render_kw={
53                  "class": "btn btn-primary",
54              }
55          )
56
57          def validate_email(self, field):
58              """
59              检测注册邮箱是否已经存在
60              :param field: 字段名
61              """
62              email = field.data
63              user = User.query.filter_by(email=email).count()
64              if user == 1:
65                  raise ValidationError("邮箱已经存在！")
```

上述代码中定义了一个 RegisterForm 类，继承自 FlaskForm 类。FlaskForm 类是一个 Python 扩展，可以实现表单的创建和验证。接下来，定义 RegisterForm 类的相关属性和方法，包括 username、email、pwd、repwd、submit 和 validate_emai()。以 email 为例，在 User 表中，email 字段是字符串型数据，所以使用 StringField()方法来定义。在 StringField()中定义 username 的验证规则、描述信息和渲染页面的相关属性。此外，还需要使用 validate_email()方法来验证该邮箱是否已经被注册。

接下来，回到 views.py 文件的 register()函数。实例化 RegisterForm 类后，使用 render_template()函数渲染模板 home\register.html，并传递 form 变量。register.html 关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Templates\home\register.html >

```
01  {% block content %}
02  <div id="login" class="login-container">
03    <form role="form" method="POST" action="">
04      {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["err"]) %}
05          <p class="login-box-msg" style="color: red">{{ msg }}</p>
06      {% endfor %}
07      {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["ok"]) %}
08          <p class="login-box-msg">{{ msg }}请去<a href="\login\">登录！</a></p>
09      {% endfor %}
10      <div class="form-control">
11        {{ form.username }}
12      </div>
13      {% for err in form.username.errors %}
14          <div class="form-control">
15            <ul class="errors">
16                <li>{{ err }}</li>
```

```
17                </ul>
18              </div>
19        {% endfor %}
20        <div class="form-control">
21          {{ form.email }}
22        </div>
23        {% for err in form.email.errors %}
24              <div class="form-control">
25                <ul class="errors">
26                    <li>{{ err }}</li>
27                </ul>
28              </div>
29        {% endfor %}
30        <div class="form-control">
31              {{ form.pwd }}
32        </div>
33        {% for err in form.pwd.errors %}
34              <div class="form-control">
35                <ul class="errors">
36                    <li>{{ err }}</li>
37                </ul>
38              </div>
39        {% endfor %}
40        <div class="form-control">
41              {{ form.repwd }}
42        </div>
43        {% for err in form.repwd.errors %}
44              <div class="form-control">
45                <ul class="errors">
46                    <li>{{ err }}</li>
47                </ul>
48              </div>
49        {% endfor %}
50        {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["err"]) %}
51              <div class="form-control">
52                <ul class="errors">
53                    <li>{{ msg }}</li>
54                </ul>
55              </div>
56        {% endfor %}
57        <div class="form-control">
58              {{ form.csrf_token }}
59              {{ form.submit }}
60        </div>
61      </form>
62      <div>
63        <p class="change-form">已有账号，直接去 <a href="\login\" >登录</a></p>
64      </div>
```

```
65    </div>
66    {% endblock %}
```

上述代码中，使用 form.username 输出表单中的 username 信息，使用 form.username.errors 输出验证 username 的错误信息。这里 form 对象是在 register()函数中通过 render_template("home/register.html", form=form)传递过来的变量。

此外需要注意的是，form.csrf_token 生成一个隐藏字段，其内容是 CSRF 令牌，需要和表单中的数据一起提交。CSRF 是一种通过伪装来自受信任用户的请求，来发送恶意攻击的方法。FlaskForm 通过使用 CSRF 令牌方式避免 CSRF 攻击。

在浏览器中访问“127.0.0.1:5000/register/”，注册页面运行效果如图 22.6 所示。



图 22.6　注册页面效果图

2. 提交注册信息

当用户填写完注册信息提交表单时，首先验证表单，然后将注册信息存入数据库。具体流程如下。

（1）验证表单。在 forms.py 中对表单中的每个字段进行验证。以 email 字段为例。注册信息时要求 email 不能为空，符合邮箱格式，并且邮箱唯一。在 RegisterForm 类中，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\forms.py >

```
01  class RegisterForm(FlaskForm):
02      """
03      用户注册表单
04      """
05      email = StringField(
06          validators=[
07              DataRequired("邮箱不能为空！"),
08              Email("邮箱格式不正确！")
09          ],
10          description="邮箱",
11          render_kw={
12              "type": "email",
13              "placeholder": "请输入邮箱！",
14          }
15      )
16      # 省略部分代码
17      def validate_email(self, field):
18          """
19          检测注册邮箱是否已经存在
20          :param field: 字段名
21          """
22          email = field.data
23          user = User.query.filter_by(email=email).count()
24          if user == 1:
25              raise ValidationError("邮箱已经存在！")
```

上述代码中，StringField()方法对 RegisterForm 类的 email 属性赋值时使用 validators 进行验证。validators 是一个列表，有两个值：DataRequired()用于检测输入是否为空；Email()用于检测是否符合邮箱格式。此外，对于某些特殊验证，如邮箱是否被注册，则可以使用自定义验证。在 RegisterForm 类中定义一个方法，命名为 validate_字段名。例如，验证用户名定义 validate_username，验证密码定义 validate_pwd。在自定义方法中，可以实现具体的验证逻辑。

当验证用户输入不符合要求时，则会将错误信息写入 form.email.errors 中。form.email.errors 是一个列表，可以在 register.html 模板中迭代输出错误信息，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Templates\home\register.html >

```
01      <div class="form-control">
02        {{ form.email }}
03      </div>
04      {% for err in form.email.errors %}
05          <div class="form-control">
06            <ul class="errors">
07                <li>{{ err }}</li>
08            </ul>
09          </div>
10      {% endfor %}
```

在浏览器中访问“127.0.0.1:5000/register/”，注册页面运行效果如图 22.7 所示。当不输入用户信息，直接提交，运行效果如图 22.8 所示。当输入的“密码”和“确认密码”不一致时，运行效果如图 22.9 所示。当输入一个已存在的邮箱时，运行效果如图 22.10 所示。



图 22.7　验证字段不能为空

图 22.8　验证邮箱格式



图 22.9　验证密码是否一致



图 22.10　验证邮箱是否已经存在

（2）存入数据库。当验证通过后，开始接收表单数据，然后存入数据库。register()函数关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01          data = form.data                              # 接收表单数据
02          # 为 User 类属性赋值
03          user = User(
04              username = data["username"],              # 用户名赋值
```

```
05                email = data["email"],                              # 邮箱赋值
06                pwd = generate_password_hash(data["pwd"]),          # 对密码加密后赋值
07            )
08            db.session.add(user)                                    # 添加数据
09            db.session.commit()                                     # 提交数据
10            flash("注册成功！", "ok")                                # 使用 flask 存储成功信息
```

上述代码中，通过 form.data 来接收用户在表单中提交的数据。例如用户输入的用户名，可以用 form.data.username 来接收。为了保护用户的隐私安全，必须对用户输入的密码进行加密。可以使用 werkzeug.security 的 generate_password_hash()方法实现密码加密功能。接下来，使用 db.session.add(user) 添加数据，使用 db.session.commit()提交数据。最后使用 flask 存储添加成功信息。

添加成功后，需要提示用户添加成功。成功信息已经写入 flash 中，可以通过 get_flashed_messages() 函数获取信息，然后输出到模板。在 register.html 模板中，输出添加成功信息。关键代码如下：

```
01        {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["ok"]) %}
02            <p class="login-box-msg">{{ msg }}请去<a href="\login\">登录！</a></p>
03        {% endfor %}
```

运行结果如图 22.11 所示。



图 22.11 注册成功提示

22.4.2 会员登录功能实现



会员登录模块主要用于实现网站的会员登录功能。由于用户邮箱是唯一的，所以使用邮箱和密码作



为登录凭证。在登录页面中，填写用户邮箱和密码，单击“登录”按钮，即可实现会员登录。如果没有输入邮箱、密码或者账号密码不匹配，都将给予错误提示。

会员登录功能与会员注册功能业务逻辑相似，会员登录页面路由的关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/login/", methods=["GET", "POST"])
02  def login():
03      """
04      登录
05      """
06      form = LoginForm()                                       # 实例化 LoginForm 类
07      if form.validate_on_submit():                            # 如果提交
08          data = form.data                                     # 接收表单数据
09          # 判断用户名和密码是否匹配
10          user = User.query.filter_by(email=data["email"]).first()  # 获取用户信息
11          if not user:
12              flash("邮箱不存在！", "err")                      # 输出错误信息
13              return redirect(url_for("home.login"))           # 跳转到登录页
14
15          if not user.check_pwd(data["pwd"]):   # 调用 check_pwd()方法，检测用户名密码是否匹配
16              flash("密码错误！", "err")          # 输出错误信息
17              return redirect(url_for("home.login"))  # 跳转到登录页
18
19          session["user_id"] = user.id          # 将 user_id 写入 session，后面用户判断用户是否登录
20          # 将用户登录信息写入 Userlog 表
21          userlog = Userlog(
22              user_id=user.id,
23              ip=request.remote_addr
24          )
25          db.session.add(userlog)                          # 存入数据
26          db.session.commit()                              # 提交数据
27          return redirect(url_for("home.index"))           # 登录成功，跳转到首页
28      return render_template("home/login.html", form=form)  # 渲染登录页面模板
```

上述代码中，首先实例化 LoginForm 表单，如果以 GET 方式访问路由，则执行渲染页面的功能。如果以 POST 方式访问路由，即填写登录信息登录，则首先执行表单验证功能，与注册页面表单验证功能相同，如图 22.12 所示。接下来，执行登录流程。首先根据用户输入的邮箱，获取 User 对象。如果 User 对象不存在，提示“邮箱不存在”。然后调用 User 对象的 check_pwd()方法，检测密码是否正确。如果密码错误，提示“密码错误！”，如果密码正确，则将用户信息写入 Session，为后续判断用户是否登录功能做准备。



图 22.12　登录验证

22.4.3　会员退出功能实现



退出功能的实现比较简单，主要是清空登录时 Session 中的 user_id。可以使用 session.pop()函数来实现该功能。具体代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/logout/")
02  def logout():
03      """
04      退出登录
05      """
06      # 重定向到 home 模块下的登录
07      session.pop("user_id", None)
08      return redirect(url_for('home.login'))
```

当用户单击“退出”按钮时，执行 logout()方法，并且跳转到登录页。

22.5　前台首页模块设计

当用户访问 e 起去旅行网站时，首先进入的是前台首页。前台首页是对整个网站总体内容的概述。在本项目的前台首页中，主要包含以下内容：

☑　推荐景区模块：显示在后台设置为推荐的景区。

☑　推荐地区模块：显示在后台设置为推荐的地区，以及该地区的所有景区。

☑　景区搜索模块：根据地区和星级搜索景区。

首页运行效果如图 22.13 所示。





图 22.13　前台首页效果

22.5.1　推荐景区功能实现



首页作为网站浏览量最多的页面，必然要向用户展示最重要的信息，但由于一个页面展示的信息量有限，所以通常在网站后台都有设置推荐选项，只用被推荐的产品才会显示在首页。e 起去旅行网站首页推荐景区部分也是显示被推荐的景区。

1. 获取推荐景区数据

当用户访问网站的根目录即“127.0.0.1:50000”时，页面跳转至首页。在前台路由文件 views.py 中首页显示的关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/")
02  def index():
03      """
04      首页
05      """
06      area = Area.query.all()                                          # 获取所有地区
07      hot_area = Area.query.filter_by(is_recommended = 1).limit(2).all()   # 获取热门区域
08      scenic = Scenic.query.filter_by(is_hot = 1).all()                # 热门景区
09       # 渲染模板
10      return render_template('home/index.html',area=area,hot_area=hot_area,scenic=scenic)
```

上述代码中，使用 SQLAlchemy 获取 area 表的所有地区，为搜索区域的地区下拉列表提供数据。然后分别获取热门区域和热门景区的数据。在获取热门景区时，使用 filter_by()条件查询筛选 is_hot 字段为 1 的所有数据，即所有推荐的景区。最后，使用 render_template()函数渲染模板并传递数据。

2. 渲染模板

获取完热门景区数据后，接下来就需要渲染模板显示数据了。由于热门数据是一个可迭代对象，所以使用 for 标签遍历数据。关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\ index.html >

```
01  <div class="carousel main">
02    <ul>
03      {% for v in scenic %}
04      <li>
05        <div class="popular">
06          <div class="popular_inner">
07            <figure>
08              <img src="{{url_for('static',filename='uploads/'+v.logo)}}" >
09              <div class="over">
10                <div class="v1">{{v.title}}<span>{{v.area.name}}</span></div>
11             <div class="v2">{{v.introduction.replace(v.introduction[100:],'...')}}</div>
12              </div>
```



```
13                  </figure>
14                  <div class="caption">
15                    <div class="txt1"><span>{{v.title}}</span> {{v.area.name}}</div>
16                    <div class="txt2">{{v.address}}</div>
17                    <div class="txt3 clearfix">
18                    <div class="stars1">
19                          {% for i in range(5) %}
20                            {% if i < v.star %}
21                              <img src="{{url_for('static',filename='base/images/star1.png')}}" >
22                            {% else %}
23                              <img src="{{url_for('static',filename='base/images/star2.png')}}" >
24                            {% endif %}
25                          {% endfor %}
26                      </div>
27                      <div class="right_side"><a href="{{url_for('home.info',id=v.id)}}"
28                            class="btn-default btn1">查看</a>
29                      </div>
30                    </div>
31                  </div>
32                </div>
33              </div>
34            </li>
35            {% endfor %}
36          </ul>
37        </div>
```

上面代码中，使用 for 标签将变量 scenic 赋值给变量 v。然后使用“v.”属性方式获取景区表 scenic 的字段值。如 v.title 的值就是景区的名称。v.logo 的值就是景区的封面图片名称，为了在 HTML 页面中显示图片内容，需要设置<img>标签的 src 属性，其属性值可以使用 url_for()函数来生成。

值得注意的是，scenic 表和 area 表是一对多的关系，由于使用了 SQLAlchemy，通过 v.area 就可以很容易地获取该景区所对应的地区对象。v.area.name 就是这个地区的名称。

对于景区的星级最多为 5 颗星。如某个景区的星级为 4 星，那么可以使用 for 标签来显示 4 颗实心星和 1 颗空心星。运行结果如图 22.14 所示。

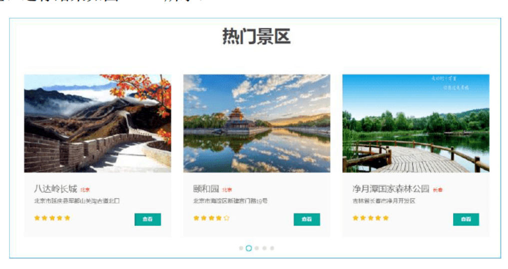


图 22.14　显示热门景区

22.5.2 推荐地区功能实现



推荐地区的功能与推荐景区类似，首先根据条件获取所有推荐的景区。前台路由文件 views.py 中有如下代码：

```
hot_area = Area.query.filter_by(is_recommended = 1).limit(2).all() # 获取热门区域
```

即从 Area 表中筛选 is_recommended 字段为 1 的数据，并限定只筛选出两条数据。接下来渲染视图。关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\index.html >

```
01  {% for v in hot_area %}
02  <div id="team1">
03    <div class="container">
04      <h2 class="animated">{{ v.name }}</h2>
05      <div class="title1 animated">{{v.introduction}}</div>
06      <br>
07      <div class="row">
08        {% for vv in v.scenic %}
09        <div class="col-sm-4">
10          <div class="thumb3 animated" data-animation="flipInY" data-animation-delay="300">
11            <div class="thumbnail clearfix">
12              <figure class="">
13                <a href="{{url_for('home.info',id=vv.id)}}">
14                <img src="{{url_for('static',filename='uploads/'+vv.logo)}}" >
15                <div class="over">{{vv.title}}</div>
16                </a>
17              </figure>
18              <div class="caption">
19                <div class="txt1">{{vv.title}}</div>
20                <div class="txt2">{{vv.address}}</div>
21              </div>
22            </div>
23          </div>
24        </div>
25        {% endfor %}
26    </div>
27  </div>
28  {% endfor %}
```

上述代码中，使用 for 标签将变量 hot_area 依次赋值给变量 v，变量 v 是地区对象，通过“v.”属性的方式获取相应的属性值。但是，推荐地区内容除获取地区外，还要获取该地区的景区，v.scenic 即



为该地区下的所有景区。所以，再次使用 for 标签遍历每个景区。运行结果如图 22.15 所示。



图 22.15　推荐地区

22.5.3　搜索景区功能实现



首页的搜索区域可以根据地区和星级搜索景区，由于在景区模块中也会应用搜索功能，所以将搜索区域作为通用部分，通过使用 include 标签在需要的部分引用。在 templates\home\路径下创建 search_box.html 作为通用搜索区域，具体代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\ home\search_box.html >

```
01    <form action="/search/" class="form1" method="GET">
02        <div class="row">
03            <!-- 按城市查询 -->
04            <div class="col-sm-4 col-md-2">
05                <div class="select1_wrapper">
06                    <label>按城市查询:</label>
07                    <div class="select1_inner">
08                        <select name="area_id" class="select2 select" style="width: 100%">
09                            {% for v in area %}
```

```
10                          <option value="{{ v.id }}" {% if v.id== area_id %} selected {% endif %} >
11                                       {{v.name}}
12                           </option>
13                       {% endfor %}
14                    </select>
15                 </div>
16              </div>
17           </div>
18           <!-- 按星级查询 -->
19           <div class="col-sm-4 col-md-2">
20              <div class="select1_wrapper">
21                 <label>按星级查询:</label>
22                 <div class="select1_inner">
23                    <select name="star" class="select2 select" style="width: 100%">
24                             {% for i in   range(1,6) %}
25                                <option value="{{i}}"
26                                   {% if i == star %} selected {% endif %}
27                                >{{i}}  星</option>
28                             {% endfor %}
29                    </select>
30                 </div>
31              </div>
32           </div>
33           <div class="col-sm-4 col-md-2">
34              <div class="button1_wrapper">
35                 <button type="submit" class="btn-default btn-form1-submit">Search</button>
36              </div>
37           </div>
38        </div>
39     </form>
```

上述代码中包含一个 Form 表单。表单中包含两个栏位：地区和星级。其中地区数据是 Area 表中的全部数据，而星级数据则使用 for 标签设定为 1 至 5 颗星。运行效果如图 22.16 所示。



图 22.16　首页搜索景区

当单击 SEARCH 按钮时，使用 GET 方式提交表单到/search/路由，然后执行搜索景区的逻辑，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >



```
01  @home.route("/search/")
02  def search():
03      """
04      搜索功能
05      """
06      page = request.args.get('page', 1, type=int)                    # 获取 page 参数值
07      area = Area.query.all()                                         # 获取所有城市
08      area_id = request.args.get('area_id',type=int)                  # 地区
09      star = request.args.get('star',type=int)                        # 星级
10
11      if area_id or star :                                            # 根据星级搜索景区
12          filters = and_(Scenic.area_id==area_id,Scenic.star==star)
13          page_data = Scenic.query.filter(filters).paginate(page=page, per_page=6)
14      else :                                                          # 搜索全部景区
15          page_data = Scenic.query.paginate(page=page, per_page=6)
16
17      return render_template('home/search.html',page_data=page_data,area=area,
18                              area_id=area_id,star=star)
```

上述代码中，使用 request.args.get()函数接收 URL 链接中的参数。area_id 表示地区 ID，star 表示星级。由于景区数量较多，为更好地展示页面效果，需要使用分页功能。所以设置 page 参数，作为当前页码。如果 page 的值不存在，默认为 1，即显示第 1 页。例如，一个 URL 为“127.0.0.1:5000//search/?area_id=1&star=4&page=2”，则表示查找地区 ID 为 1，星级为 4 星，并且当前页码为第 2 页的数据。

接下来，判断 area_id 或者 star 是否存在。如果都不存在，则查找全部景区，否则根据筛选条件查找满足条件的景区。由于景区和星级是并且关系，所以使用 and_()函数同时查找。最后使用 SQLAlchemy 的 paginate()函数实现分页功能。paginate()函数第一个参数 page 表示当前页码，第二个参数 per_page 表示每页显示的数量。

根据特定条件查找景区的运行结果如图 22.17 所示，查找全部景区的运行效果如图 22.18 所示。



图 22.17　根据条件查找景区



图 22.18　查找全部景区

22.6　景区模块设计

景区模块主要包括景区搜索、查看景区、收藏景区和查看游记等功能。由于景区搜索功能与查找景区功能相同，本节不再赘述，本节重点讲解查看景区、收藏景区以及和收藏相关的功能和查看游记的功能。

22.6.1　查看景区功能实现



在前台首页或者全部景区页面，当单击“查看”按钮时，页面会跳转至景区的详情介绍页面。页面路由为 http://127.0.0.1:5000/info/<int:id>，其中<id>是该景区的 ID。关键代码如下：

<代码位置：资源包\ TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/info/<int:id>/")
02  def info(id=None):   # id 为景区 ID
03      """
04      详情页
05      """
06      scenic = Scenic.query.get_or_404(int(id))  # 根据景区 ID 获取景区数据，如果不存在则返回 404
07      user_id = session.get('user_id',None)       # 获取用户 ID，判断用户是否登录
```



```
08        if user_id :                              # 如果已经登录
09            count = Collect.query.filter_by(      # 根据用户 ID 和景区 ID 判断用户是否已经收藏该景区
10                user_id =int(user_id),
11                scenic_id=int(id)
12            ).count()
13        else :                                    # 用户未登录状态
14            user_id = 0
15            count = 0
16        # 渲染模板并传递变量
17        return render_template('home/info.html',scenic=scenic,user_id=user_id,count=count)
```

上述代码中，首先使用 get_or_404()方法根据 ID 判断景区是否存在，如果景区不存在，直接跳转到 404 页面。如果景区存在，使用 session.get()函数获取用户 ID，然后根据用户 ID 和景区 ID 判断用户是否已经收藏该景区。

接下来查看模板文件。关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\info.html >

```
01    <!--景区内容-->
02    <div id="team1">
03      <div class="container">
04        <h2 class="animated">{{scenic.title}}
05          {% if count %}
06            <button class="collect-button">已收藏</button>
07          {% else %}
08            <button class="collect-button">收藏</button>
09          {% endif %}
10        </h2>
11        <div class="title1">{{scenic.content|safe}}</div>
12      </div>
13    </div>
14    <!--游记列表-->
15    <div class="container" style="padding-bottom: 100px">
16      <h2 class="animated">{{scenic.title}}游记</h2>
17        <div class="row">
18        {% if not scenic.travels %}
19          <div class="title1">暂无游记</div>
20        {% else %}
21        <div class="col-sm-12 animated undefined visible">
22          <ul class="ul2" style="padding-left: 150px">
23            {% for v in scenic.travels %}
24            <li class="form-groupe">
25              <a   href="{{url_for('home.travels',id=v.id)}}">{{ v.title }}</a>
26            </li>
27            {% endfor %}
28          </ul>
29        </div>
30        {% endif %}
```

```
31      </div>
32  </div>
```

模板文件代码相对简单，在页面中主要显示两部分内容：景区详情和景区游记。景区详情包括标题、是否收藏和景区内容。使用 if-else 标签判断是否收藏，并显示相应文字。在获取景区内容时，使用“|safe”过滤器将 HTML 代码标签标记为安全，可以正常显示，如图 22.19 所示。如果没有使用“|safe”过滤器，运行结果如图 22.20 所示。景区游记主要是使用 SQLAlchemy 关联 travels 表，然后获取景区游记标题和 ID，并设置<a>标签链接。



图 22.19　使用过滤器效果

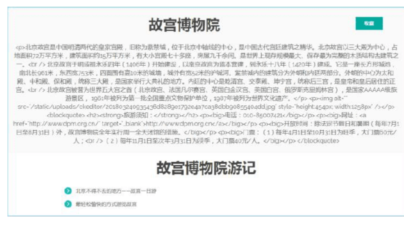


图 22.20　未使用过滤器效果

22.6.2　查看游记功能实现



在景区页面底部有一个“景区游记”列表区域，单击相应选项即可查看景区游记。景区游记路由是“127.0.0.1:5000/travels/<int:id>/”，其中 id 为游记 ID，具体代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/travels/<int:id>/")
02  def travels(id=None):
03      """
04      详情页
05      """
06      travels = Travels.query.get_or_404(int(id))
07      return render_template('home/travels.html',travels=travels)
```

在上述代码中，首先根据景区 ID 获取景区数据。如果不存在，则直接跳转至 404 页面。然后渲染模板并传递变量。在游记模板中，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\travels.html >

```
01  <div id="team1">
02    <div class="container">
03      <h2 class="animated">{{travels.title}}</h2>
04      <div class="title1">作者：{{ travels.author }}    {{ travels.addtime }}</div>
05      <div class="content">{{travels.content|safe}}</div>
06    </div>
07  </div>
```

查看游记与查看景区模板页面类似，这里不再赘述。运行效果如图 22.21 所示。



图 22.21　显示游记效果

22.6.3　收藏景区功能实现



景区详情页面可以实现景区收藏功能。单击标题右侧的“收藏”按钮，首先判断用户是否登录，如果没有登录，则提示用户“请先登录”。如果已经登录，则通过 Ajax 异步提交方式执行收藏景区的业务逻辑。

1. 权限判断

在查看景区功能中，使用 session.get('user_id',None)函数来获取用户 ID，并且将 user_id 传递至 info.html 模板中。所以，在 info.html 模板中可以通过 user_id 来判断用户是否登录。如果 user_id 不存在，使用 layer.js 弹出错误提示。关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\info.html >

```
01  <script src="{{ url_for('static',filename='layer/layer.js') }}"></script>
02  <script>
03      $(document).ready(function () {
04          $(".collect-button").click(function () {              # 触发点击事件
05              user_id = {{ user_id }};                          # 获取用户 ID
06              if(!user_id){                                     # 如果用户 ID 不错在，即用户未登录
07                layer.msg("请先登录",{icon:2,time:2000});       # layer 弹出错误信息
08                return false;                                   # 终止执行
09              }
10              // 省略部分代码
11          });
12      });
13  </script>
```

上述代码中，首先引入 layer 弹出插件，然后在“收藏”按钮中绑定单击事件，接着使用 layer.msg()方法弹出错误信息。运行结果如图 22.22 所示。

图 22.22　判断是否登录效果

2. Ajax 异步提交

如果用户已经登录，单击“收藏”按钮，将使用 Ajax 在页面无跳转的情况下，将景区 ID 提交至路由“127.0.0.1:5000/ collect_add”，执行收藏景区的逻辑，接着将执行后的信息返回给当前页面。



<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\home\info.html >

```
01  <script src="{{ url_for('static',filename='layer/layer.js') }}"></script>
02  <script>
03      $(document).ready(function () {
04          $(".collect-button").click(function () {                        # 触发点击事件
05              // 省略部分代码
06              var scenic_id = {{ scenic.id }};                            # 获取景区 ID
07              $.ajax({                                                    # 使用 Ajax 异步提交
08                  url: "{{ url_for('home.collect_add') }}",               # 提交到的 URL
09                  type: "GET",                                            # 提交方式为 GET
10                  data:{scenic_id: scenic_id},                            # 传递参数
11                  dataType: "json",                                       # 数据类型为 json
12                  success: function (res) {                               # 操作成功后执行逻辑
13                      if (res.ok == 1) {
14                          layer.msg("收藏成功！",{icon:1,time:2000});     # 显示弹出层信息
15                          $(".collect-button").empty();                   # 清空按钮区文字
16                          $(".collect-button").append("已收藏");          # 填充文字
17                      } else {
18                          layer.msg("您已收藏",{icon:2,time:2000});       # 提示已收藏
19                      }
20                  }
21              })
22          });
23      });
24  </script>
```

上述代码中，使用了 Ajax 的 GET 方式将 scenic_id 提交至“127.0.0.1:5000/ collect_add”路由，该路由下的方法代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/collect_add/")
02  @user_login
03  def collect_add():
04      """
05      收藏景区
06      """
07      scenic_id = request.args.get("scenic_id", "")          // 接收传递的参数 scenic_id
08      user_id     = session['user_id']                       // 获取当前用户的 ID
09      collect = Collect.query.filter_by(                     // 根据用户 ID 和景区 ID 判断是否该收藏
10          user_id =int(user_id),
11          scenic_id=int(scenic_id)
12      ).count()
13      // 已收藏
14      if collect == 1:
15          data = dict(ok=0)
16      // 未收藏进行收藏
17      if collect == 0:
18          // 属性赋值
```

```
19              collect = Collect(
20                  user_id =int(user_id),
21                  scenic_id=int(scenic_id)
22              )
23              db.session.add(collect)              // 添加数据
24              db.session.commit()                  // 提交数据
25              data = dict(ok=1)
26          import json                              // 导入模块
27          return json.dumps(data)                  // 返回 json 数据
```

上述代码中，首先在路由下使用@user_login 装饰器判断用户是否登录。如果用户在没有登录的情况下访问“127.0.0.1/collect_add/”，页面会跳转到登录页，提示用户登录。user_login()函数代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  def user_login(f):
02      """
03      登录装饰器
04      """
05      @wraps(f)
06      def decorated_function(*args, **kwargs):
07          if "user_id" not in session:
08              return redirect(url_for("home.login"))
09          return f(*args, **kwargs)
10
11      return decorated_function
```

如果用户已经登录，继续判读用户是否已经收藏该景区。如果已经收藏，直接设置 ok 等于 0。如果尚未收藏，则将 user_id 和 scenic_id 写入 collect 表，并且设置 ok 等于 1。最后，导入 json 模块，返回 json 格式数据。

再次回到 index.html 模板 Ajax 的 success()函数。如果 res.ok 等于 1，提示“收藏成功”，将 info.html 页面“收藏”按钮中的文字更改为“已收藏”。如果 res.ok 等于 0，则提示“已经收藏”。首次收藏运行效果如图 22.23 所示。再次收藏的运行效果如图 22.24 所示。



图 22.23　收藏成功效果







图 22.24　已经收藏效果

22.6.4　查看收藏景区功能实现

1. 查看收藏景区

用户收藏完景区后，可以单击顶部导航“我的收藏”链接查看所有收藏的景区。“我的收藏”页面路由为“127.0.0.1:5000/collect_list/”，也需要访问权限，所以需要在路由下添加@user_login 装饰器。具体代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/collect_list/")
02  @user_login
03  def collect_list():
04      page = request.args.get('page', 1, type=int) # 获取 page 参数值
05      # 根据 user_id 删选 Collect 表数据
06      page_data = Collect.query.filter_by(user_id = session['user_id']).order_by(
07          Collect.addtime.desc()
08      ).paginate(page=page, per_page=3)                              # 使用分页方法
09      return render_template('home/collect_list.html',page_data=page_data)   # 渲染模板
```

上述代码中，由于要查看当前用户的收藏景区情况，所以需要设置筛选条件为 user_id = session ['user_id']。然后使用 order_by()方法根据添加时间降序排列，最后使用 paginate()函数生成分页。

模板文件关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\collect_list\info.html >

```
01  <div class="row">
02    <div class="col-sm-12">
03      {% if not page_data.items %}
04        <div class="txt1" style="padding: 20px">暂时没有收藏景区！ </div>
05      {% else %}
06      <div class="row">
07        {% for v in page_data.items %}
08        <div class="col-sm-4">
09          <div class="thumb4">
10            <div class="thumbnail clearfix">
11              <figure>
```

```
12                      <a href="{{url_for('home.info',id=v.scenic.id)}}">
13                      <img src="{{url_for('static',filename='uploads/'+ v.scenic.logo)}}" >
14                      </a>
15                  </figure>
16                  <div class="caption">
17                      <div class="txt1">{{ v.scenic.title }}</div>
18                      <div class="txt3 clearfix">
19                          <div class="left_side">
20                              <div class="nums">{{ v.scenic.address }}</div>
21                          </div>
22                          <div class="right_side">
23                            <a href="javascript:;" value={{v.id}}>取消收藏</a></div>
24                      </div>
25                  </div>
26              </div>
27          </div>
28      </div>
29      {% endfor %}
30      </div>
31      {% endif %}
32    </div>
33  </div>
34      {% if page_data.items %}
35      <div class="page" style="text-align: center;">
36          {{ pg.page(page_data,'home.collect_list') }}
37      </div>
38      {% endif %}
```

上述代码中，首先判断是否有收藏的数据，如果没有则提示“暂时没有收藏景区！”。如果存在，通过 SQLAlchemy 管理 scenic 表，使用“v.scenic.”属性的方式获取相应的景区数据。接下来，显示分页。如果没有景区数据，则不显示分页。运行效果如图 22.25 所示。

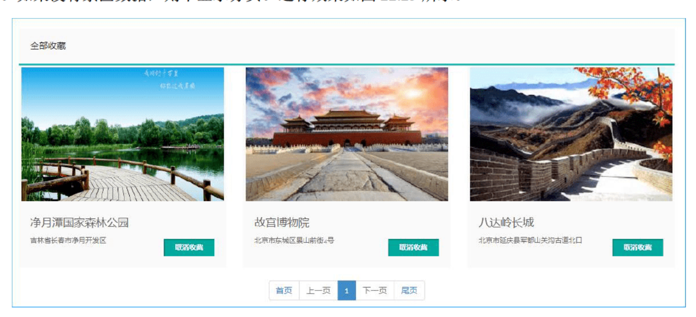


图 22.25　查看收藏景区效果



2. 取消收藏景区

取消收藏景区功能与收藏景区类似，也使用 Ajax 异步提交方式完成。当用户单击“取消收藏”按钮时，获取该景区 ID，然后提交到“127.0.0.1:5000/collect_cancel/”路由，执行取消收藏景区的逻辑。具体代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\templates\collect_list\info.html >

```
01  <script src="{{ url_for('static',filename='layer/layer.js') }}"></script>
02  <script>
03      $(document).ready(function () {
04          $(".collect-cancle").click(function () {                    // 触发点击事件
05              var id = $(this).attr("value");                         // 获取景区 ID
06              $.ajax({
07                  url: "{{ url_for('home.collect_cancel') }}",        // 提交 URL
08                  type: "GET",                                        // 提交方式为 GET
09                  data:{id: id},                                      // 传递参数
10                  dataType: "json",                                   // 设置数据类型为 json
11                  success: function (res) {                           // 操作成功执行语句
12                      if (res.ok == 1) {
13                          layer.msg("取消收藏！",{icon:1,time:1000},function(){      // 弹出提示信息
14                              window.location.reload();                              // 重新加载页面
15                          });
16                      } else {
17                          layer.msg("取消收藏失败！",{icon:2,time:2000});            // 弹出提示信息
18                      }
19                  }
20              })
21          });
22      });
23  </script>
```

以上 JavaScript 代码与收藏景区类似，这里不再赘述，重点看下“127.0.0.1:5000/collect_cancel/”路由下的方法。

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\views.py >

```
01  @home.route("/collect_cancel/")
02  @user_login
03  def collect_cancel():
04      """
05      收藏景区
06      """
07      id = request.args.get("id", "")                    # 获取景区 ID
08      user_id = session["user_id"]                       # 获取当前用户 ID
09      # 查找 Collect 表，查看记录是否存在
10      collect = Collect.query.filter_by(id=id,user_id=user_id).first()
11      if collect :                                       # 如果存在
12          db.session.delete(collect)                     # 删除数据
```

```
13              db.session.commit()                    # 提交数据
14              data = dict(ok=1)                      # 写入字典
15          else :
16              data = dict(ok=-1)                     # 写入字典
17          import json                                # 引入 json 模块
18          return json.dumps(data)                    # 输出 json 格式
```

上述代码中，首先接收 Ajax 传递过来的景区 ID，然后使用 session.get()函数获取当前用户的 ID，然后根据条件查找 collect 表数据，接着删除数据，最后返回 json 数据。

运行结果如图 22.26 所示。

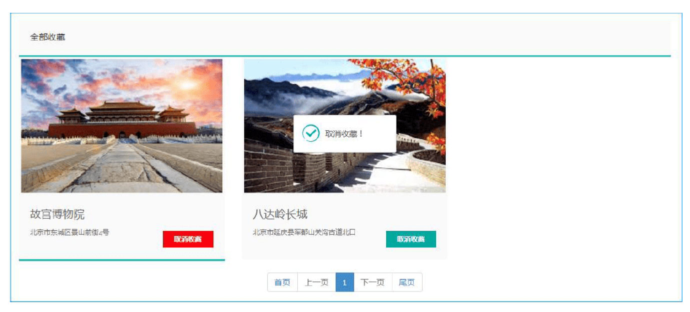


图 22.26　取消收藏效果

22.7　关于我们模块设计



关于我们模块主要包括关于我们和联系我们两个页面。关于我们页面主要用于对公司的相关介绍，以静态页面为主。联系我们页面主要是通过表单提交用户填写的意见和建议。我们重点介绍联系我们页面。

联系我们的路由为“127.0.0.1:5000/contact/”，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\ Home\views.py >

```
01  @home.route("/contact/",methods=["GET", "POST"])
02  def contact():
03      """
04      联系我们
05      """
06      form = SuggetionForm()                         # 实例化 SuggestionForm 类
```



```
07        if form.validate_on_submit():           # 判断用户是否提交表单
08            data = form.data                    # 接收用户提交的数据
09            # 为属性赋值
10            suggestion = Suggestion(
11                name = data["name"],
12                email=data["email"],
13                content = data["content"],
14            )
15            db.session.add(suggestion)                          # 添加数据
16            db.session.commit()                                 # 提交数据
17            flash("发送成功！", "ok")                            # 用 flask 存储发送成功消息
18        return render_template('home/contact.html',form=form)   # 渲染模板，并传递表单数据
```

上述代码中，设置两种方式访问路由：GET 和 POST 方式。这与登录和注册的功能类似。当以 GET 方式访问时，只执行渲染模板。模板页面关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\ templates\collect_list\contact.html >

```
01  <div class="col-sm-6">
02    <h3>意见建议</h3>
03    <div id="note"></div>
04    <div id="fields">
05    {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["ok"]) %}
06          <div class="alert alert-success alert-dismissible">
07              <h4><i class="icon fa fa-check"></i>  操作成功</h4>
08              {{ msg }}
09          </div>
10    {% endfor %}
11      <form id="ajax-contact-form" class="form-horizontal" action="" method="post">
12          <div class="form-group">
13              <label>{{ form.name.lable}}</label>
14              {{ form.name }}
15              {% for err in form.name.errors %}
16                  <div class="notification_error">{{ err }}</div>
17              {% endfor %}
18          </div>
19
20          <div class="form-group">
21              <label >{{ form.email.label }}</label>
22              {{ form.email }}
23              {% for err in form.email.errors %}
24                  <div class="notification_error">{{ err }}</div>
25              {% endfor %}
26          </div>
27          <div class="row">
28            <div class="col-sm-12">
29              <div class="form-group">
30                  <label >{{ form.content.label }}</label>
31                  {{ form.content }}
```

```
32                      {% for err in form.content.errors %}
33                      <div class="notification_error">{{ err }}</div>
34                  {% endfor %}
35                  </div>
36              </div>
37          </div>
38                  {{ form.csrf_token }}
39                  {{ form.submit }}
40          </form>
41      </div>
42  </div>
```

上述代码中注意使用 form.csrf_token 生成一个隐藏字段，即 CSRF 令牌。运行结果如图 22.27 所示。



图 22.27　意见建议运行效果

当用户单击“发送消息”按钮提交表单时，则以 POST 方式访问路由，执行 if 语句中的代码。提交表单时，首先要检测表单，在 SuggetionForm()类中已经设置了表单数据的验证规则，关键代码如下所示：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Home\forms.py >

```
01  class SuggetionForm(FlaskForm):
02      """
03      意见建议
04      """
05      name = StringField(
06          label="姓名",
07          validators=[
08              DataRequired("姓名不能为空！")
09          ],
10          description="姓名",
11          render_kw={
12              "placeholder": "请输入姓名！",
13              "class" : "form-control"
```



```
14                }
15            )
16            email = StringField(
17                label="邮箱",
18                validators=[
19                    DataRequired("邮箱不能为空！")
20                ],
21                description="邮箱",
22                render_kw={
23                    "type"          : "email",
24                    "placeholder": "请输入邮箱！",
25                    "class" : "form-control"
26                }
27            )
28            content = TextAreaField(
29                label="意见建议",
30                validators=[
31                    DataRequired("内容不能为空！")
32                ],
33                description="意见建议",
34                render_kw={
35                    "class": "form-control",
36                    "placeholder": "请输入内容！",
37                    "rows" : 7
38                }
39            )
40            submit = SubmitField(
41                '发送消息',
42                render_kw={
43                    "class": "btn-default btn-cf-submit",
44                }
45            )
```

当直接提交表单时，提示错误的验证信息，运行结果如图 22.28 所示。当填写的信息通过验证时，运行效果如图 22.29 所示。

图 22.28　表单验证效果



图 22.29　建议提交成功效果

22.8　后台模块设计

对于动态网站而言，网站后台起着至关重要的作用，因为我们需要在后台对数据实现增删改查等操作，从而管理所有前台显示的动态数据。e 起去旅行网站后台使用了 BootStrap 主题模板——AdminLTE，页面美观大方，布局合理，可扩展性强。

后台模块包括管理员管理、用户管理、地区管理、景区管理、游记管理和日志管理等。由于篇幅有限，我们重点对景区管理做详细介绍，对于其他管理模块只做简单介绍和效果展示。

22.8.1　管理员登录功能实现



在后台登录页面中填写管理员账户和密码，单击“登录”按钮，即可实现管理员登录。如果没有输入账户和密码，单击“登录”按钮时，运行效果如图 22.30 所示。如果输入一个不存在的账号，单击“登录”按钮时，运行效果如图 22.31 所示。如果输入正确的账号和密码，则进入后台控制面板页面，运行效果如图 22.32 所示。



图 22.30　验证是否为空



图 22.31　验证账号是否存在





图 22.32　后台控制面板页面效果

在后台控制面板左侧显示了所有功能菜单，访问每个链接都需有管理员权限，需要判断管理员是否登录，可以定义一个 admin_login()作为装饰器来判断是否登录。关键代码如下：

<代码位置：资源包\ TM\sl\22\Travel\app\Admin\views.py >

```
01  def admin_login(f):
02      """
03      登录装饰器
04      """
05      @wraps(f)
06      def decorated_function(*args, **kwargs):
07          if "admin" not in session:
08              return redirect(url_for("admin.login"))
09          return f(*args, **kwargs)
10
11      return decorated_function
```

上述代码中，判断 session 中是否有 admin 值。如果有，则表示已经登录，否则表示未登录，页面跳转至登录页。

22.8.2　景区管理功能实现



景区管理功能作为 e 起去旅行网站的核心模块，包括新增景区、景区列表、编辑景区、删除景区等功能。下面分别介绍这 4 个功能。

1. 新增景区

新增景区页面主要显示景区表单，表单包括的内容及满足条件如下：

☑ 景区名称：输入框，不能为空。

☑ 所述地区：下拉列表，从 Area 表中筛选数据。

☑ 景区地址：输入框，不能为空。

☑ 星级：下拉列表，1～5 级。

☑ 是否推荐：单选按钮，如果设置推荐，将在前台首页推荐景区中显示。

☑ 是否热门：单选按钮，如果设置热门，将在前台首页推荐地区中显示。

☑ 封面：文件域，上传图片格式为 jpg 或 pgn。

☑ 景区简介：文本域，不能为空。

☑ 景区内容：文本编辑器，不能为空。

由于上面字段的验证规则较多，可以使用 WTForms 扩展方便地实现表单的验证，在后台 form.py 文件中设置验证规则，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Admin\forms.py >

```
01  from flask_wtf import FlaskForm
02  from flask_wtf.file import   FileAllowed
03  from wtforms import StringField, PasswordField, SubmitField, FileField, TextAreaField,
04                               RadioField,SelectField
05  from wtforms.validators import DataRequired, ValidationError
06  from app.models import Admin
07  class ScenicForm(FlaskForm):
08      title = StringField(
09          label="景区名称",
10          validators=[
11              DataRequired("景区名称不能为空！")
12          ],
13          description="景区名称",
14          render_kw={
15              "class": "form-control",
16              "placeholder": "请输入景区名称！"
17          }
18      )
19      address = StringField(
20          label="景区地址",
21          validators=[
22              DataRequired("景区地址不能为空！")
23          ],
24          description="景区地址",
25          render_kw={
26              "class": "form-control",
27              "placeholder": "请输入景区地址！"
28          }
29      )
30      star = SelectField(
31          label="星级",
```

```
32              validators=[
33                  DataRequired("请选择星级！")
34              ],
35              coerce=int,
36              choices=[(1, "1 星"), (2, "2 星"), (3, "3 星"), (4, "4 星"), (5, "5 星")], default=5,
37              description="星级",
38              render_kw={
39                  "class": "form-control",
40              }
41          )
42
43          logo = FileField(
44              label="封面",
45              validators=[
46                  DataRequired("请上传封面！"),
47                  FileAllowed(['jpg', 'png'], '请上传 jpg 或 png 格式图片!')
48              ],
49              description="封面",
50          )
51
52          is_hot = RadioField(
53              label = '是否热门',
54              description="是否热门",
55              coerce = int,
56              choices=[(0, '否'), (1,'是')], default=0,
57          )
58          is_recommended = RadioField(
59              label = '是否推荐',
60              description="是否推荐",
61              coerce = int,
62              choices=[(0, '否'), (1,'是')], default=0,
63          )
64          introduction = TextAreaField(
65              label="景区简介",
66              validators=[
67                  DataRequired("简介不能为空！")
68              ],
69              description="简介",
70              render_kw={
71                  "class": "form-control",
72                  "rows": 5
73              }
74          )
75          content = TextAreaField(
76              label="景区内容",
77              validators=[
78                  DataRequired("景区内容不能为空！")
79              ],
```

```
80              description="景区内容",
81              render_kw={
82                  "class": "form-control ckeditor",
83                  "rows": 10
84              }
85          )
86          area_id = SelectField(
87              label="所属地区",
88              validators=[
89                  DataRequired("请选择标签！")
90              ],
91              coerce=int,
92              description="所属地区",
93              render_kw={
94                  "class": "form-control",
95              }
96          )
97          submit = SubmitField(
98              '添加',
99              render_kw={
100                 "class": "btn btn-primary",
101             }
102         )
```

上述代码中，title 和 address 字符串输入框的验证与前台登录注册模块相同。start 下拉列表需要设置 SelectField()的 choices 属性，将下拉列表 value 值和文本写入字典，此外还可以使用 default 设置默认值。例如，“choices=[(1, "1 星"), (2, "2 星"), (3, "3 星"), (4, "4 星"), (5, "5 星")], default=5,”。

由于设置下拉列表的 value 值为整型，如“1”表示 1 星。所以，还要设置一个属性：coerce=int。运行效果如图 22.33 所示。

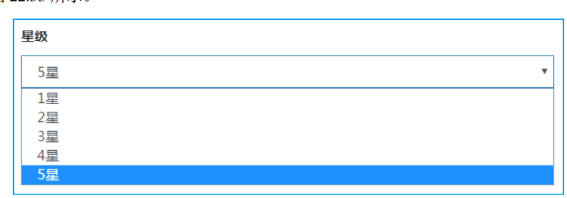


图 22.33　下拉列表运行效果

logo 文件上传框需要设置 FileField()的 FileAllowed()方法，设置允许上传的文件类型。is_hot 和 is_recommended 单选按钮的设置与 SelectField()下拉菜单相同。此外，值得注意的是，area_id 也是一个下拉菜单，但是由于地区数据需要从 area 表中筛选，ScenicForm 类中没有设置该属性，后面实例化 ScenicForm 类后会动态设置。



下面看下路由文件，添加景区方法的关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Admin\ views.py >

```
01  @admin.route("/scenic/add/", methods=["GET", "POST"])
02  @admin_login
03  def scenic_add():
04      """
05      添加景区页面
06      """
07      form = ScenicForm() # 实例化 form 表单
08      form.area_id.choices = [(v.id, v.name) for v in Area.query.all()]        # 为 area_id 添加属性
09      if form.validate_on_submit():
10          data = form.data
11          # 判断景区是否存在
12          scenic_count = Scenic.query.filter_by(title=data["title"]).count()
13          # 判断是否有重复数据
14          if scenic_count == 1 :
15              flash("景点已经存在！", "err")
16              return redirect(url_for('admin.scenic_add'))
17
18          file_logo = secure_filename(form.logo.data.filename)                 # 确保文件名安全
19          if not os.path.exists(current_app.config["UP_DIR"]):                 # 如果目录不存在
20              os.makedirs(current_app.config["UP_DIR"])                        # 创建目录
21              os.chmod(current_app.config["UP_DIR"], "rw")                     # 设置权限
22          logo = change_filename(file_logo)                                     # 更改名称
23          form.logo.data.save(current_app.config["UP_DIR"] + logo)             # 保存文件
24          # 为 Scenic 类属性赋值
25          scenic = Scenic(
26              title=data["title"],
27              logo=logo,
28              star=int(data["star"]),
29              address = data["address"],
30              is_hot = int(data["is_hot"]),
31              is_recommended = int(data["is_recommended"]),
32              area_id = data["area_id"],
33              introduction=data["introduction"],
34              content=data["content"],
35          )
36          db.session.add(scenic)                                                # 添加数据
37          db.session.commit()                                                   # 提交数据
38          addOplog("添加景区"+data["title"])                                    # 添加日志
39          flash("添加景区成功！", "ok")                                          # 使用 flash 保存添加成功信息
40          return redirect(url_for('admin.scenic_add'))                          # 页面跳转
41      return render_template("admin/scenic_add.html", form=form)               # 渲染模板
```

上述代码中，首先实例化 ScenicForm 表单，然后设置 form.area_id.choices 的属性值。这里从 area 表中获取包含 id 和 name 的全部数据，并以列表格式赋值。接下来，判断是否提交表单，如果没有提交

表单，只渲染添加景区模板。如果提交表单，则先验证表单数据是否满足条件，验证通过后再执行添加景区的业务逻辑。添加景区时，首先需要根据标题查找 scenic 表，判断标题是否已经存在，防止重复添加，然后单独处理文件上传内容。主要步骤如下：

☑ 判断文件存储目录是否存在，不存在则创建该目录。

☑ 调用 change_filename()自定义方法创建一个唯一的文件名。

☑ 使用 save()方法存储表单。

添加景区模板关键代码如下所示：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Templates\admin\scenic_ add.html>

```
01  <form role="form" method="post" enctype="multipart/form-data">
02      <div class="box-body">
03          {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["err"]) %}
04              <div class="alert alert-danger alert-dismissible">
05                  <button type="button" class="close"
06                          data-dismiss="alert" aria-hidden="true">×
07                  </button>
08                  <h4><i class="icon fa fa-ban"></i> 操作失败</h4>
09                  {{ msg }}
10              </div>
11          {% endfor %}
12          {% for msg in get_flashed_messages(category_filter=["ok"]) %}
13              <div class="alert alert-success alert-dismissible">
14                  <button type="button" class="close"
15                          data-dismiss="alert" aria-hidden="true">×
16                  </button>
17                  <h4><i class="icon fa fa-check"></i> 操作成功</h4>
18                  {{ msg }}
19              </div>
20          {% endfor %}
21          <!-- 景区名称 -->
22          <div class="form-group">
23              <label for="input_title">{{ form.title.label }}</label>
24              {{ form.title }}
25              {% for err in form.title.errors %}
26                  <div class="col-md-12">
27                      <p style="color: red">{{ err }}</p>
28                  </div>
29              {% endfor %}
30          </div>
31          <!-- 所属地区 -->
32          <div class="form-group">
33              <label for="input_area_id">{{ form.area_id.label }}</label>
34              {{ form.area_id }}
35              {% for err in form.area_id.errors %}
36                  <div class="col-md-12">
37                      <p style="color: red">{{ err }}</p>
```

```
38                    </div>
39                {% endfor %}
40            </div>
41            <!-- 景区地址 -->
42            <div class="form-group">
43                <label for="input_title">{{ form.address.label }}</label>
44                {{ form.address }}
45                {% for err in form.address.errors %}
46                    <div class="col-md-12">
47                        <p style="color: red">{{ err }}</p>
48                    </div>
49                {% endfor %}
50            </div>
51            <!-- 景区星级 -->
52            <div class="form-group">
53                <label for="input_star">{{ form.star.label }}</label>
54                {{ form.star }}
55                {% for err in form.star.errors %}
56                    <div class="col-md-12">
57                        <p style="color: red">{{ err }}</p>
58                    </div>
59                {% endfor %}
60            </div>
61            <!-- 是否推荐 -->
62            <div class="form-group">
63                <label for="input_is_recommended">
64                {{ form.is_recommended.label}}</label>
65                <div class="radio">
66                    {{ form.is_recommended }}
67                </div>
68            </div>
69            <!-- 是否热门 -->
70            <div class="form-group">
71                <label for="input_is_hot">
72                {{ form.is_hot.label}}</label>
73                <div class="radio">
74                    {{ form.is_hot }}
75                </div>
76            </div>
77            <!-- 封面 -->
78            <div class="form-group">
79                <label for="input_logo">{{ form.logo.label }}</label>
80                {{ form.logo }}
81                {% for err in form.logo.errors %}
82                    <div class="col-md-12">
83                        <p style="color: red">{{ err }}</p>
84                    </div>
85                {% endfor %}
```

```
86              </div>
87              <!-- 景区简介 -->
88              <div class="form-group">
89                  <label for="input_introduction">{{ form.introduction.label }}</label>
90                  {{ form.introduction }}
91                  {% for err in form.introduction.errors %}
92                      <div class="col-md-12">
93                          <p style="color: red">{{ err }}</p>
94                      </div>
95                  {% endfor %}
96              </div>
97              <!-- 景区内容 -->
98              <div class="form-group">
99                  <label for="input_content">{{ form.content.label }}</label>
100                 {{ form.content }}
101                 {% for err in form.content.errors %}
102                     <div class="col-md-12">
103                         <p style="color: red">{{ err }}</p>
104                     </div>
105                 {% endfor %}
106             </div>
107         </div>
108         <div class="box-footer">
109             {{ form.csrf_token }}
110             {{ form.submit }}
111         </div>
112     </form>
113     {% block js %}
114         <script src="{{ url_for('static',filename='ckeditor/ckeditor.js') }}"></script>
115         <script>
116         $(document).ready(function(){
117             $("#g-4").addClass("active");
118             $("#g-4-1").addClass("active");
119         });
120         // 使用 CKEditor 文本编辑器
121         CKEDITOR.replace('content', {
122             filebrowserUploadUrl: '/admin/ckupload/',    // 设置文件上传路径
123         });
124 
125         </script>
126     {% endblock %}
```

上述代码中，使用了 CKEditor 文本编辑器替换原来的文本框。首先引入 ckeditor.js 文件，然后使用 CKEDITOR.replace()方法，设置替换的区域以及 CKEditor 文件上传的路径。运行结果如图 22.34 所示。

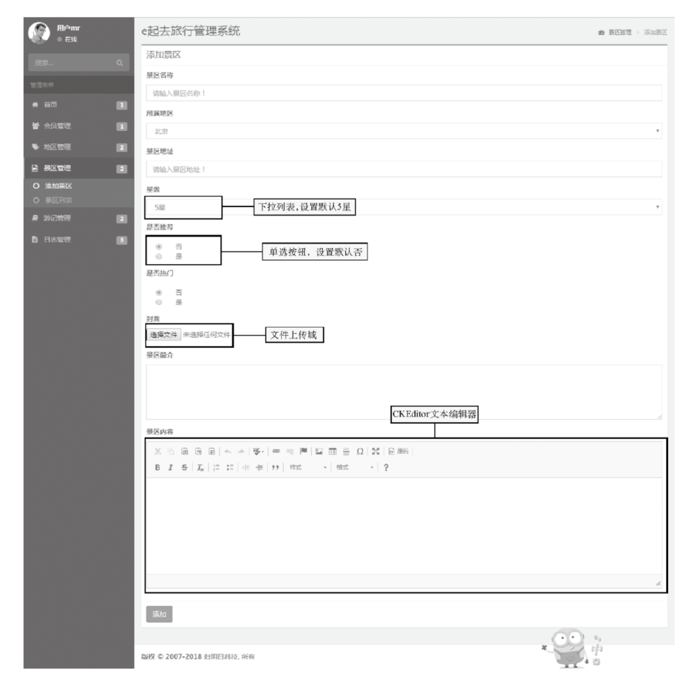


图 22.34　新增景区

2. 景区列表

添加完景区，可以在景区列表页中查看添加结果。景区列表路由为“127.0.0.1:5000/admin/scenic/list/”，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\Admin\views.py>

```
01    @admin.route("/scenic/list/", methods=["GET"])
02    @admin_login
03    def scenic_list():
04        """
05        景区列表页面
```

```
06          """
07          title = request.args.get('title','',type=str)                              # 获取查询标题
08          page = request.args.get('page', 1, type=int)                               # 获取 page 参数值
09          if title :                                                                 # 根据标题搜索景区
10              page_data = Scenic.query.filter_by(title=title).order_by(
11                  Scenic.addtime.desc()                                              # 根据添加时间降序
12              ).paginate(page=page, per_page=5)                                      # 分页
13          else :                                                                     # 显示全部景区
14              page_data = Scenic.query.order_by(
15                  Scenic.addtime.desc()                                              # 根据添加时间降序
16              ).paginate(page=page, per_page=5)                                      # 分页
17          return render_template("admin/scenic_list.html", page_data=page_data)     # 渲染模板
```

运行结果如图 22.35 所示。



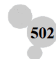
图 22.35　景区列表效果

3. 编辑景区

添加完景区后，如果发现填写错误，可以通过编辑景区功能来更改景区信息。编辑景区的路由是“127.0.0.1:5000/admin/scenic/edit/<int:id>/”，关键代码如下：

<代码位置：资源包\TM\sl\22\Travel\app\ Admin\views.py >

```
01  @admin.route("/scenic/edit/<int:id>/", methods=["GET", "POST"])
02  @admin_login
03  def scenic_edit(id=None):
04      """
```



```
05        编辑景区页面
06        """
07        form = ScenicForm()                                         # 实例化 ScenicForm 类
08        form.area_id.choices = [(v.id, v.name) for v in Area.query.all()]  # 为 area_id 添加属性
09        form.submit.label.text = "修改"                               # 修改提交按钮的文字
10        form.logo.validators = []                                   # 初始化为空
11        scenic = Scenic.query.get_or_404(int(id))                   # 根据 ID 查找景区是否存在
12        if request.method == "GET":                                 # 如果以 GET 方式提交，获取所有景区信息
13            form.is_recommended.data = scenic.is_recommended
14            form.is_hot.data = scenic.is_hot
15            form.area_id.data = scenic.area_id
16            form.star.data = scenic.star
17            form.content.data = scenic.content
18            form.introduction.data = scenic.introduction
19        if form.validate_on_submit():                                   # 如果提交表单
20            data = form.data                                            # 获取表单数据
21            scenic_count = Scenic.query.filter_by(title=data["title"]).count()  # 判断标题是否重复
22            # 判断是否有重复数据
23            if scenic_count == 1:
24                flash("景点已经存在！", "err")
25                return redirect(url_for('admin.scenic_edit', id=id))
26            if not os.path.exists(current_app.config["UP_DIR"]):       # 判断目录是否存在
27                os.makedirs(current_app.config["UP_DIR"])               # 创建目录
28                os.chmod(current_app.config["UP_DIR"], "rw")            # 设置读写权限
29            # 上传图片
30            if form.logo.data.filename != "":
31                file_logo = secure_filename(form.logo.data.filename)          # 确保文件名安全
32                scenic.logo = change_filename(file_logo)                      # 更改文件名
33                form.logo.data.save(current_app.config["UP_DIR"] + scenic.logo)  # 保存文件
34            # 属性赋值
35            scenic.title = data["title"]
36            scenic.address = data["address"]
37            scenic.area_id = data["area_id"]
38            scenic.star = int(data["star"])
39            scenic.is_hot = int(data["is_hot"])
40            scenic.is_recommended = int(data["is_recommended"])
41            scenic.introduction = data["introduction"]
42            scenic.content = data["content"]
43
44            db.session.add(scenic)                                            # 添加数据
45            db.session.commit()                                               # 提交数据
46            flash("修改景区成功！", "ok")
47            return redirect(url_for('admin.scenic_edit', id=id))              # 跳转到编辑页面
48        return render_template("admin/scenic_edit.html", form=form, scenic=scenic)  # 渲染模板
```

上述代码与新增景区的代码基本相似，这是在渲染模板时要传递当前 ID 的景区数据。运行结果如图 22.36 所示。

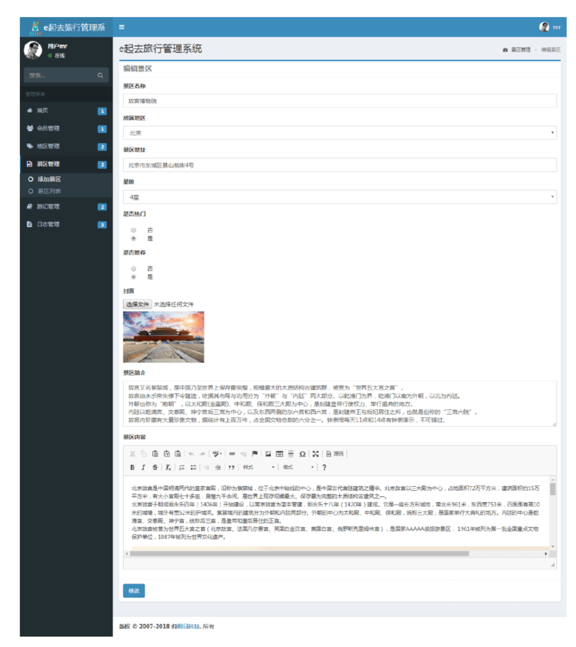


图 22.36　编辑景区页面效果

4. 删除景区

当不再需要一个景区时，可以使用删除景区功能。删除景区的路由是“127.0.0.1:5000/admin/scenic/edit/<int:id>/”，关键代码如下：

```
01  @admin.route("/scenic/del/<int:id>/", methods=["GET"])
02  @admin_login
03  def scenic_del(id=None):
04      """
05      景区删除
06      """
07      scenic = Scenic.query.get_or_404(id)        # 根据景区 ID 查找数据
08      db.session.delete(scenic)                   # 删除数据
```



```
09        db.session.commit()                                      # 提交数据
10        flash("景区删除成功", "ok")                               # 使用 flash 存储成功信息
11        addOplog("删除景区"+scenic.title)                         # 添加日志
12        return redirect(url_for('admin.scenic_list', page=1))    # 渲染模板
```

上述代码中，首先查找景区是否存在，如果存在，则使用 delete()方法删除景区，然后使用 commit()方法提交数据。最后，使用 addOplog()自定义方法写入操作日志，记录删除的数据。

22.8.3　地区管理功能实现



添加景区时，需要选择所在地区，所以需要在“地区管理”菜单中添加地区。地区管理也包括新增地区、地区列表、编辑地区和删除地区等功能。地区列表运行效果如图 22.37 所示。

e起去旅行管理系统　　地区管理 > 地区列表

地区列表　　请输入关键字...

编号	名称	是否推荐	添加时间	操作事项
3	天津	否	2018-03-24 11:23:57	编辑 删除
2	长春	是	2018-03-22 11:40:13	编辑 删除
1	北京	是	2018-03-22 10:45:33	编辑 删除

首页 上一页 1 下一页 尾页

图 22.37　地区列表效果

22.8.4　游记管理功能实现



添加完景区后，可以为景区添加多个游记，这就需要使用游记管理功能。游记管理功能包括新增游记、游记列表、编辑游记和删除游记等。添加游记时，需要选择所属景区，运行效果如图 22.38 所示。游记列表运行效果如图 22.39 所示。

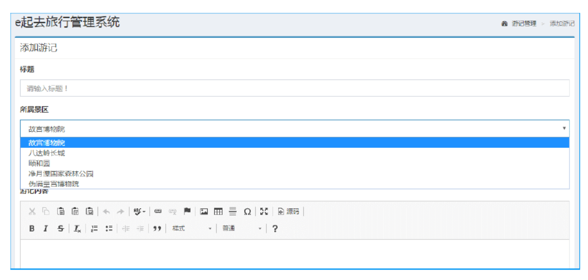


图 22.38　新增游记效果



图 22.39　游记列表效果

22.8.5　会员管理功能实现



作为后台管理员，需要知道前台哪些用户注册了网站，这就需要会员管理功能。会员管理功能包括查看会员的列表信息和查看详细信息以及删除会员等功能。会员列表信息如图 22.40 所示。



图 22.40　会员列表效果

如果会员信息较多，在列表中无法全部展示，则可以单击“查看”按钮，查看会员的详细信息，运行效果如图 22.41 所示。

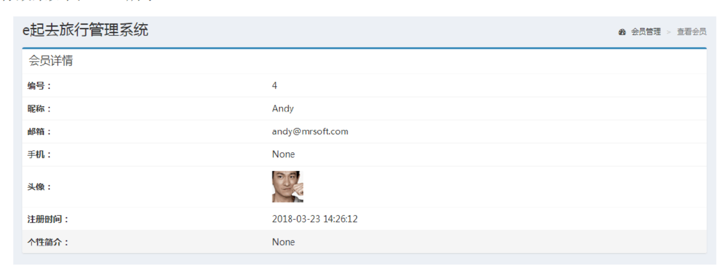


图 22.41　查看详情



22.8.6　日志管理功能实现



日志管理主要记录操作日志相关内容。日志管理包含的功能和作用如下：

☑　操作日志：主要记录管理员新增和删除地区、景区、游记的操作。

☑　管理员登录日志：主要记录管理登录后台的信息，包括登录时间和登录 IP 等。

☑　会员登录日志：主要记录前台会员登录的信息。

操作日志列表运行效果如图 22.42 所示。

e起去旅行管理系统　　日志管理 > 操作日志列表

操作日志列表

编号	管理员	操作时间	操作原因	操作IP
6	mr	2018-03-24 13:24:56	添加游记最轻松愉快的方式游览故宫	127.0.0.1
5	mr	2018-03-24 13:10:08	添加景区伪满皇宫博物院	127.0.0.1
4	mr	2018-03-24 13:05:54	添加景区净月潭国家森林公园	127.0.0.1
3	mr	2018-03-24 13:01:27	添加景区颐和园	127.0.0.1
2	mr	2018-03-24 11:23:57	添加地区天津	127.0.0.1
1	mr	2018-03-24 11:19:05	添加景区八达岭长城	127.0.0.1

首页　上一页　1　下一页　尾页

图 22.42　操作日志运行效果

管理员登录日志运行效果如图 22.43 所示。

e起去旅行管理系统　　日志管理 > 管理员登录日志列表

管理员登录日志列表　　请输入关键字...

编号	管理员	登录时间	登录IP
7	mr	2018-03-27 14:14:05	127.0.0.1
6	mr	2018-03-27 09:54:25	127.0.0.1
5	mr	2018-03-27 09:41:14	127.0.0.1
4	mr	2018-03-26 09:13:24	127.0.0.1
3	mr	2018-03-24 09:29:42	127.0.0.1
2	mr	2018-03-24 09:27:09	127.0.0.1
1	mr	2018-03-24 09:26:24	127.0.0.1

首页　上一页　1　下一页　尾页

图 22.43　管理员登录日志运行效果

会员登录日志运行效果如图 22.44 所示。

e起去旅行管理系统　　日志管理 > 会员登录日志列表

会员登录日志列表　　请输入关键字...

编号	会员	登录时间	登录IP
7	Andy	2018-03-26 15:51:24	127.0.0.1
6	Andy	2018-03-26 14:06:32	127.0.0.1

首页 上一页 1 2 3 下一页 尾页

图 22.44　会员登录日志运行效果

22.9　小　　结

本章主要介绍了如何使用 Flask 框架实现 e 起去旅行项目，包括网站的系统功能设计、数据库设计以及前台和后台的主要功能模块。希望通过本章的学习，读者能够将前面章节所学知识融会贯通，了解项目开发流程，并掌握 Flask 开发 Web 技术，为今后项目开发积累经验。